



# ACTA AGRONOMICA ÓVÁRIENSIS



VOLUME 62.

KÜLÖNSZÁM III.

Óvári Tudományos Napok 2021  
Mosonmagyaróvár  
2021



SZÉCHENYI  
EGYETEM  
UNIVERSITY OF GYŐR





# **ACTA AGRONOMICA ÓVÁRIENSIS**



**Mosonmagyaróvár**

**VOLUME 62.**

**KÜLÖNSZÁM III.**

**2021**

**SZÉCHENYI ISTVÁN UNIVERSITY**  
Faculty of Agricultural and Food Sciences  
Mosonmagyaróvár  
Hungary

**SZÉCHENYI ISTVÁN EGYETEM**  
Mezőgazdaság- és Élelmiszertudományi Kar  
Mosonmagyaróvár

Közleményei

**Volume 62. Különszám II.**  
**Mosonmagyaróvár**  
**2021**

**Editorial Board/Szerkesztőbizottság**

Bali Papp Ágnes Jolán PhD	Ördög Vince DSc
Hanczné Dr Lakatos Erika PhD	Pinke Gyula DSc
Hegy Judit PhD	Reisinger Péter CSc
Kovács Attila József PhD	Salamon Lajos CSc
Kovácsné Gaál Katalin CSc	Schmidt János MHAS
Manninger Sándor CSc	Szalka Éva PhD <i>Editor-in-chief</i>
Molnár Zoltán PhD	Varga László DSc
Nagy Frigyes PhD	Varga-Haszonits Zoltán DSc
Neményi Miklós MHAS	Varga Zoltán PhD

**Reviewers of manuscripts/A kéziratok lektorai:**

Barkó Annamária, Csehi Barbara, Csurka Tamás, Dalmadi István, Deák Gyula, Gere Attila, Hajós László, Jónás Gábor, Kacz Károly, Kapcsándi Viktória, Koltai Judit petra, Korzenszky Péter, Tóth Adrienn, Troján Szabolcs

Acta Agronomica Óváriensis Vol. 62. Különszám III.

**Cover design/Borítóterv:** Andorka Zsolt © 2000  
Competitor-21 Kiadó Kft., Győr

**Address of editorial office/A szerkesztőség címe**  
H-9201 Mosonmagyaróvár, Vár tér 2.



## **ÉLELMISZERTUDOMÁNYI SZEKCIÓ**



## TEJIPARI TECHNOLÓGIAI FOLYAMATOKNÁL ALKALMAZOTT MŰSZERES VIZSGÁLATI MÓDSZEREK ÉS DIELEKTROMOS MÉRÉSEK PARAMÉTEREINEK ÖSSZEFÜGGÉS VIZSGÁLATA

DOBOZI RÉKA<sup>1</sup>- JÁKÓI ZOLTÁN<sup>1</sup>- CSANÁDI JÓZSEF<sup>2</sup>- BESZÉDES SÁNDOR<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Szegedi Tudományegyetem, Mérnöki Kar, Biológiai Rendszerek Műszaki Intézete,  
Szeged;

<sup>2</sup>Szegedi Tudományegyetem, Mérnöki Kar, Élelmiszermérnöki Intézet, Szeged

### ÖSSZEFOGLALÁS

A biológiai eredetű anyagok dielektromos tulajdonságaival már régóta foglalkozik a szakirodalom. Azonban az eddigi tejipari alkalmazáshoz kapcsolódó dielektromos mérések során elsősorban az idegen víz jelenlétének detektálását, illetve sajtoknál az adalék- és segédanyagok koncentrációjától való függést vizsgálták. A tejipari technológiai folyamatok dielektromos paraméterekkel történő nyomon követésére vonatkozó közlemények száma csekély. A kutatásunkban a nyers tehéntej oltós alvasztása és két különböző gyártási technológiával készülő félkemény sajt típus, trappista sajt és bácskai gyúrt sajt (Sole-Mizo Zrt., Bácsbokod) érlelése során vizsgáltuk a dielektromos állandót és a dielektromos veszteségi tényezőt 200-2400 MHz frekvenciatartományban nyílt végű koaxiális mérőszondával (Speag DAK 3.5 mérőszensor, Rhode&Schwarz ZVL-3 VNA). Az oltós alvasztást a látszólagos viszkozitás meghatározásával (AND SV-10 vibrációs viszkoziméter), a sajtok érését állományprofil-analízissel (Brookfield CT3 TPA) és műszeres színméréssel (Minolta CR300) is nyomon követtük, hogy meghatározzuk a vizsgált tejipari anyagok dielektromos tulajdonságai és fiziko-kémia változásai közötti összefüggéseket. A kutatásainkat ezen kívül kiterjesztettük a tej laktóztartalmának a dielektromos viselkedésre gyakorolt hatásainak vizsgálatára.

A kutatási eredményeink alapján megállapítható, hogy a dielektromos állandó növekedést, a dielektromos veszteségi tényező csökkenést mutatott az alvasztási folyamat

előrehaladtával. A viszkozitás növekvő tendenciájának kezdete után a dielektromos állandó nem nőtt tovább, és a dielektromos veszteségi tényező is egy minimum érték elérését követően növekedésnek indult, tehát a dielektromos mérésekkel az alvasztási folyamat az alvadék megszilárdulásáig volt nyomon követhető. A dielektromos állandó ( $\epsilon'$ ) érlelési folyamat közbeni monitorozásakor azt tapasztaltuk, hogy az érési idő függvényében  $\epsilon'$  csökken a trappista sajtnál és növekszik a gyúrt sajtnál. A sajtok különböző helyein mért dielektromos állandók átlagai (900, 1500 és 2400 MHz frekvenciákon), valamint ugyanezen helyeken a szín és állományjelzők átlagai között lineáris kapcsolat volt.

Mindezek alapján megállapítható, hogy a gyors, roncsolás- és vegyszermentes dielektromos mérés alkalmas lehet mind a tejsoltós alvasztási folyamatának, mind a sajtok érési folyamatának nyomon követésére, továbbá az optimális alvasztási és érlelési idő meghatározására.

**Kulcsszavak:** dielektromos mérés, oltós alvasztás, sajtérés, TPA, színmérés

## BEVEZETÉS

Az élelmiszeriparban az egyes gyártási technológiák során az anyag kémiai, biológiai és szerkezeti változásainak jelzésére és objektív vizsgálatára alkalmas mérőeszközök és mérési módszerek fejlesztése még napjainkban is folyamatosan zajlik. Ezek közül az ipari gyakorlat számára azon megoldások különösen nagy jelentőséggel bírnak, amelyekkel roncsolásmentes vizsgálatokat lehet végezni és emellett gyorsan eredményt szolgáltatnak, ezért gyártásközi ellenőrzésre is alkalmasak. A gyártási technológiákban azonosíthatók olyan kulcsfontosságú műveleti lépések, amelyek vagy a gyártási kapacitás, vagy a termék minősége szempontjából meghatározóak, az ezek során végbemenő folyamatok gyors ellenőrzésére szolgáló mérési módszerek kidolgozása mind a kutatás, mind a gyakorlat számára megoldandó feladat. A tejipari technológiákban például az alvasztási folyamat, vagy a sajtok esetében az érlelési folyamat is ezek közé tartozik.

Az iparban egyre szélesebb körben alkalmaznak mikrohullámú energiaközlésen alapuló eljárásokat. A döntően hőkeltést célzó mikrohullámú műveletek tervezése, illetve ezek hatásfokának növelése céljából a kalorikus hatásfokot is befolyásoló dielektromos paraméterek ismerete szükséges. A dielektromos mérések alkalmazási területe sokrétű; használják például szigetelőanyagok vizsgálatára, különböző anyagok



nedvességtartalmának gyors meghatározására, illetve a dielektromos paraméterek az elektromágneses terek orvosdiagnosztikai és gyógyászati célú felhasználásakor is fontos információt szolgáltatnak. Az élelmiszerek és a mezőgazdasági termékek dielektromos paramétereinek meghatározása az elmúlt években egyre nagyobb jelentőséggel bír. Egyrészt alkalmazzák ezeket a tulajdonságokat az anyagok dielektromos melegítésének tervezéséhez (például rádiófrekvenciás és mikrohullámú melegítés), valamint egyre szélesebb körben használják ki a dielektromos mérések kedvező tulajdonságait az anyagok minőségi és beltartalmi paramétereinek értékeléséhez, termelési folyamatok tanulmányozásához, mivel roncsolásmentes és gyors anyagvizsgálati eljárások fejlesztését teszik lehetővé.

## IRODALMI ÁTTEKINTÉS

A dielektromos paraméterek az anyagnak az elektromágneses hullámmal való kölcsönhatását írják le, illetve az elektromágneses sugárzásnak az adott közegben való terjedését jellemzik. A sugárzás energiája az anyaggal való találkozáskor visszaverődhet (reflektálódhat), transzmittálódhat (áthaladhat) vagy elnyelődhet (abszorbeálódhat), mely folyamatokat az anyag dielektromos tulajdonságai is meghatároznak. Az anyagok relatív permittivitása olyan dimenzió nélküli komplex fizikai mennyiség, mely két dielektromos paraméter segítségével írható le.

$$\varepsilon_r = \varepsilon_r' - j\varepsilon_r''$$

A képletben lévő  $\varepsilon_r'$  az anyag dielektromos állandója,  $\varepsilon_r''$  dielektromos veszteségi tényezője, az imaginárius egység pedig  $j = \sqrt{-1}$  értékű komplex szám (Nelson, 2010). A permittivitás valós része, a dielektromos állandó az elektromos térben lévő anyag elektromos energiatároló képességét adja meg. A képzetes rész, a dielektromos veszteségi tényező megmutatja az anyagnak azt a képességét, hogy a külső elektromos térből milyen mértékben képes elektromos energiát disszipálni, vagyis a befogadott elektromos energiát hőenergiává alakítani.

Az dielektromos tulajdonságokat – a kémiai és fizikai paraméterekhez hasonlóan – a molekuláris szerkezet határozza meg, amely minden anyagnál egyedi összetételű és felépítésű, ezért az anyagok elektromos térben való viselkedése is nagyfokú változatosságot mutat. A dielektromos paraméterek frekvencia függvényében való változását az elektromos vezetés és a polarizációs mechanizmusok, mint az elektron-,

atom-, dipólus- és ionpolarizáció befolyásolják. Az élelmiszerek vizsgálatához azonban nem alkalmazzák az elektromágneses spektrum teljes frekvenciatartományát. A mezőgazdaságban és az élelmiszeriparban elterjedt dielektromos mérési módszerek, berendezések a rádiófrekvenciás, illetve a mikrohullámú sugárzások és az anyag kölcsönhatásának vizsgálatán alapulnak (*Skierucha et al.*, 2012).

A rádióhullámok frekvenciatartománya 30 kHz és 300 GHz frekvenciák között helyezkedik el, míg a mikrohullámot ezen tartományon belül, 300 MHz és 300 GHz közötti frekvenciájú, ennek megfelelően  $10^6$  és  $10^9$  nm közötti hullámhosszú elektromágneses sugaraknak tekintjük (*Şoproni et al.*, 2008). Ezekben a frekvenciatartományokban fellépő dielektromos mechanizmusok az ionos vezetés és a dipólus rotáció jelensége, melyek dielektromos veszteségeket okoznak az alkalmazott elektromos térben.

Alacsonyabb rádiófrekvenciás frekvenciatartományban az oldott állapotban lévő ionok pozitív vagy negatív töltésüktől függően az elektromos erőter pólusainak megfelelően vándorolnak. A dielektromos veszteséget a folyamatosan váltakozó irányú mozgásból származó energia okozza. (*Komarov et al.*, 2005). A mikrohullámú sugárzás nagyobb frekvenciáin a dipólusos rotáció mechanizmusa jelentősebb. A dipólus-momentummal rendelkező molekulák a tér polaritását követve folyamatosan forognak, ezáltal sűrűlődnak, amely hőt fejleszt (*Tıraş et al.*, 2019).

Egy külső elektromos térbe helyezett dielektrikumban a polarizáció egyensúlyi állapotának elérése, illetve a külső elektromos tér hiányában a polarizáció megszűnése nem pillanatszerűen megy végbe. Azt az időt, ami ahhoz szükséges, hogy az orientációs polarizáció az egyensúlyi állapotából  $1/e$ -ed részére csökkenjen, relaxációs időnek, a fellépő jelenséget dielektromos relaxációnak nevezik (*Nelson és Trabelsi*, 2012). Ha a dipólus molekulákra nagy hullámhosszú sugárzás hat, akkor elegendően nagy relaxációs idő áll rendelkezésükre, hogy kövessék a váltakozó frekvenciájú elektromos tér polaritását, így a dielektromos állandójuk maximális értéket ér el. Majd növelve a frekvenciát úgynevezett diszperziós frekvenciatartományban „lépésszerűen” lecsökken az értéke, mert a molekulák orientációja és relaxációja nem tud bekövetkezni. Tiszta poláris anyagok (pl. víz) esetén a dielektromos állandó változása által leírt görbe inflexió pontja a relaxációs frekvencián következik be. Ez egyben az a frekvencia érték, ahol a dielektromos veszteségi tényező értéke eléri a maximumát, azaz a vizsgált dielektrikum a legnagyobb elektromos energia disszipáló képességgel rendelkezik. A relaxációs

frekvenciától távolodva mind a növekvő, mind a csökkenő frekvencia értékek felé a dielektromos veszteségi tényező aszimptotikusan közelíti a 0 értéket (*Barba és d'Amore*, 2012).

A relaxáció, az alkalmazott frekvencia és a részecskék mozgási mechanizmusa befolyásolja a dielektromos paraméterek hőmérsékletfüggését. A hőmérséklet növelésével bekövetkező viszkozitás csökkenés a folyadékokban lévő ionok szabad mozgását segíti elő. Ennek eredménye az elektromos vezetőképesség növekedése, így a veszteségi tényező adott frekvencián vett értéke is magasabb lesz. Míg a növekvő hőmérséklet hatására bekövetkező intenzívebb hőmozgás révén a dielektromos állandó adott frekvencián csökken (*Komarov et al.*, 2005). A molekulák mobilitásának vizsgálatára a szakirodalom használja a relaxációs idő frekvenciafüggésének meghatározásán alapuló módszereket. Polimerek esetében például a különböző termomechanikai állapotok közötti átalakulás (üveges, kristály, amorf) nyomon követhető dielektromos mérésekkel (*Ngai et al.*, 2008). A poliszacharidok szerkezeti átalakulásai, illetve egyes mono- és diszacharidokhoz kapcsolódó kémiai reakciók és szerkezeti változásai esetében is megfigyelték, hogy azok dielektromos módszerekkel kimutathatóak. Az egyes szénhidrátok relaxációs idő szerinti elkülönítésének alapja lehet például a hidroximetil-csoport megléte, amely jellegzetes dielektromos viselkedést okoz a rendszerben. Ezenkívül laktóznál a dielektromos veszteségi tényező esetében a hőmérséklet szerinti változási tendenciájában koncentrációtól való függést is megfigyeltek (*Ermolina és Smith*, 2011).

Az orientációs polarizáció mechanizmusa is változik a hőmérséklettel, hiszen a hőmérsékletnövelés által okozott alacsonyabb viszkozitás és intenzívebb Brown-mozgás a poláris molekulák relaxációs idejét lerövidíti. A dielektrikum veszteségi tényezőjének egyre csökkenő maximum értékének helye a nagyobb frekvenciasávok felé tolódik a hőmérséklet növelésével. Egy adott frekvencián a dielektromos veszteségi tényező csökkenhet, vagy nőhet is a felmelegedéssel, attól függően, hogy az anyagot az összetételétől és a komponensek szerkezetétől is függő relaxációs frekvenciától kisebb vagy nagyobb frekvenciájú elektromos térbe helyezzük. A hőmérséklet hatására megváltozott dielektromos relaxáció eredményeképp a dielektromos állandó a hőmérséklet növelésével nagyobb értékeket vesz fel a diszperziós frekvenciatartományban. Kisebb és nagyobb frekvenciákban a hőmérséklettel a dielektromos állandó csökkenése figyelhető meg (*Nelson és Trabelsi* 2014).

*Zhu et al.* (2014) vizsgálták a nyers tehén- és kecsketej dielektromos állandójának, veszteségi tényezőjének és penetrációs mélységének hőmérséklet- és frekvenciafüggését, annak megállapítására, hogy a vizsgált 10-4500 MHz frekvenciatartományban mely frekvenciák lennének alkalmasak a megfelelő minőségű tej dielektromos melegítéssel történő pasztörözéséhez. A dielektromos veszteségi tényező hőmérsékletfüggésében különbséget találtak a különböző állatokból származó tejek között. A nyers tehéntej rádiófrekvencián vizsgált, hőmérsékletnöveléssel magasabb értékű dielektromos veszteségi tényezője, és ennek következtében növekvő energia abszorpciós képessége arra utal, hogy egy alacsony frekvencián hőkezelt termékben homogénezés nélkül nem egyenletesen történne a felmelegedés. Mikrohullámú frekvenciákon – különösen 2450 MHz frekvencián – a dielektromos veszteségi tényező a hőmérséklet növelésével csökkent, azaz egy ilyen frekvenciájú dielektromos hőkezelés lehetővé tenné azt, hogy a termék alacsonyabb hőmérsékletű pontjai több, míg a magasabb hőmérsékletű részei kevesebb elektromos energiát disszipáljanak, ami ezáltal biztosítaná a tej egyenletes felmelegedését. Azonban a penetrációs mélység nagymértékű frekvenciafüggését figyelembe véve a 915 MHz frekvencián kivitelezett hőkezelési eljárást tartják a leghatékonyabbnak. A tehéntejtől eltérően, a vizsgált kecsketejnél minden frekvencián tapasztalható volt a veszteségi tényező hőmérséklettel való csökkenése, így annál a megfelelő minőségű pasztörözés szélesebb frekvenciatartományban kivitelezhető. Mindezek alapján tehát megállapítható, hogy a nagy nedvességtartalmú anyagok – mint a tej – esetében a dielektromos veszteségi tényező hőmérséklet függvényében való csökkenése elméletileg a mikrohullámnak az egyenletesebb, térfogati felmelegítő hatását segíti elő. Azonban a gyakorlatban, mivel a mikrohullámú anyagkezelések folyamat közbeni szabályozásánál a dielektromos jellemzőket nem mérik, a nagy energiaintenzitású mikrohullámú energiaközlések sok esetben lokális túlhevüléseket okoznak, illetve valós körülmények között a hőmérsékletmező homogenitása nem érhető el. Az anyagkezelések (pl. a tejpasztörözés) esetében a legjobb hatásfokkal alkalmazható frekvencia kiválasztása sok esetben csak elméleti jelentőséggel bír, mivel ilyen célra csak az ún. ISM (Industrial, Scientific, Medical) sávok engedélyezettek.

A tehéntej esetében végeztek vizsgálatokat a szárazanyag-tartalom változásának a dielektromos jellemzőkre gyakorolt hatásainak vizsgálata céljából idegen víz hozzáadásával. *Nunes et al.* (2006) megállapították, hogy az ultramagas hőmérsékleten hőkezelt teljes-, zsírszegény- és sovány tejek között dielektromos állandójuk és

dielektromos veszteségi tényezőjük együttes vizsgálata alapján 1-5 GHz frekvenciatartományban tehető különbség. A veszteségi tényező a 7-9 GHz frekvenciatartományban a többi mintához képest csak a teljes (nem fölözött) tej esetében mutat kismértékű különbséget, azonban ez a különbség az eltérő zsírtartalmú tételek egyértelmű elkülönítésére nem alkalmas. Ez a kutatás is igazolta, hogy az ionok koncentrációjának, illetve az ionok mobilitásának változása elsősorban a mikrohullámú anyagkezeléseknél alkalmazottól alacsonyabb frekvenciatartományoknál okoz a dielektromos állandó és a dielektromos veszteségi tényező értékében jelentős eltéréseket. Más tanulmányok is megerősítették ezen megfigyeléseket, illetve megállapították, hogy a dielektromos veszteségi tényező minimumértéke a hőmérséklet növekedésével emelkedik. A dielektromos állandó 100-600 MHz frekvenciatartományban nem volt alkalmas a fehérjék koncentrációváltozásainak detektálására (Zhu *et al.*, 2015).

A dielektromos jellemzőkön alapuló idegen (hozzáadott) víz detektálásával Guo *et al.* (2010) is foglalkoztak. Megállapították, hogy a víz hozzáadás mértékétől függetlenül a dielektromos jellemzők frekvencia függvényében való változási trendje független, azonban mind a dielektromos állandó, mind a veszteségi tényező abszolútértékeiben különbségek voltak mérhetőek. A dielektromos veszteségi tényező frekvenciafüggésében  $1700 \pm 100$  MHz tartományban minimumérték volt megfigyelhető. A kutatások igazolták, hogy a friss tej dielektromos veszteségi tényezője a szobahőmérsékletű tárolás első 40 órás periódusában folyamatosan növekszik 915 MHz frekvencián. Ugyanazon frekvencián hűtve tárolásnál ( $5\text{ }^{\circ}\text{C}$ ) az első 60 órás periódus után volt tapasztalható az  $\epsilon''$  növekvő tendenciája. A veszteségi tényező változása elsősorban a laktóz, illetve egyes fehérje és zsírfrakciók mikrobiális lebomlására vezethető vissza, amelyet – indirekt módon – a pH csökkenése is alátámasztott. Az ipari léptékű mikrohullámú tej hőkezelések tervezése számára fontos megállapítás volt továbbá, hogy a tej szárazanyag-tartalma, illetve a hőkezelés előtti (átmeneti) tárolási idő a nagy anyagáramok kezelésekor használatos 915 MHz frekvencián a penetrációs mélységet akár 10-15%-os mértékben is befolyásolhatja.

A termikus hatásokra az anyagban végbemenő folyamatok nyomon követésére is alkalmasak a dielektromos mérések. Fehérjék esetében például ilyen folyamat lehet a denaturáció. A savófehérjék denaturációs hőmérsékletét – valós alapanyagban – a savófehérjék mellett jelen lévő cukrok és sók is befolyásolják, növelik azt. Bircan *et al.* (2001) megállapították, hogy savófehérjéket tartalmazó vizes rendszerben a dielektromos

veszteségi tényező változása 2450 MHz frekvencián 65 °C hőmérsékletig csökkenő (minimumérték), majd növekvő, 75 °C-tól újra csökkenő (második töréspont), majd újra növekvő tendenciával volt leírható. Amennyiben a savófehérjék mellett a rendszer cukrokat is tartalmazott, a görbe minimumértéke 70-75 °C hőmérséklettartományba, a második karakterisztikus töréspont 80 °C-ra tolódott el. A dielektromos veszteségi tényező frekvenciafüggését leíró görbe második töréspontja egybeesik a savófehérjék denaturációs hőmérséklettartományával (75-80 °C). A savófehérjék közül a  $\beta$ -laktoglobulin a legnagyobb arányban jelenlévő komponens, így a savó denaturációs hőmérsékletét is ez határozza meg leginkább (a 85-90 °C közötti denaturációs hőmérséklettel jellemezhető szérum albuminok részaránya általában 1% alatti). A termikusan előidézett denaturáció során a fehérjék vizet és ionokat képesek megkötni, ezen hatások kifejeződhetnek a dielektromos veszteségi tényező értékének változásában. A pH hatására bekövetkező (savanyítás) fehérje denaturáció a dielektromos paraméterek változásával, és különösen a veszteségi tényező mérésével, nehezen jelezhető, mivel az adagolt sav protonjainak a hatása a rendszer dielektromos viselkedésére sokkal nagyobb, mint önmagában a fehérje denaturációnak. A fehérjefrakció változó polaritású elektromágneses térben való viselkedését nemcsak az összetevő vegyületek megoszlása, illetve a koncentrációjuk határozza meg, hanem diszperz rendszerek esetén a diszpergált komponens és a diszperziós közeg határfelületi feszültsége, felületi energiája is. *Cases és Cayot (2005)* vizsgálták  $\beta$ -laktoglobulin esetében a különböző dielektromos tulajdonságú oldószerek (poláris, apoláris) hatását a fehérje dielektromos viselkedésére. Megállapították, hogy mivel az alkalmazott oldószer fiziko-kémiai tulajdonságai befolyásolják a fehérje szerkezetét, konformációját, ezért mind a reológiai, mind a dielektromos viselkedés is ennek függvényében változik. A vizsgált rendszerben a fehérje-fehérje interakciót a fehérjék körül kialakuló hidrát/szolvát burok befolyásolta, amelynek változásait a dielektromos állandó értéke is jelezte. A kutatások eredményeként a reológiai tulajdonságok és a dielektromos állandó változásai között korrelációt feltételeztek.

A tej laktóztartalma és dielektromos viselkedése közötti összefüggést is vizsgálták mind teljes, mind főlözött tej esetében. Az eredmények alapján a módszer a tejszírtartalomban lévő különbség kimutatására is alkalmas volt; 20-2000 MHz frekvenciatartományban a zsírtartalom és a dielektromos veszteségi tényező között negatív lineáris korreláció volt tapasztalható. Alacsonyabb frekvenciasávban az ionos vezetés befolyásolja döntően a

dielektromos viselkedést. A tejben lévő tejszírgolyók (diszperz fázis) mérete (2-10 mikron) ezen frekvenciatartományban gátolja az ionok mozgását, a tejszír koncentrációja mellett a méreteloszlás is befolyásolhatja a dielektromos viselkedést. A tejszírgolyócskák komponensei a vízhez képest kevésbé poláris vagy apoláris tulajdonságúak, tehát magasabb frekvenciatartományokban pedig a polarizálhatóságuk gyengébb, amely növekvő koncentrációjuk hatására szintén csökkenő tendenciát okoz az  $\epsilon''$  értékében (Guo *et al.*, 2010). Továbbá tehéntejnél bizonyos frekvenciatartományokban a veszteségi tényező és a fehérjertalom között szoros pozitív korreláció volt.

A laktózt tartalmazó tej esetében 20-4500 MHz frekvenciatartományban a dielektromos állandó csökkenő tendenciájú frekvenciafüggését figyelték meg, míg a veszteségi tényező frekvenciától függése karakterisztikus V-alakú függvénnyel volt leírható kb. 2000 MHz minimumhellyel. A veszteségi tényező ezen jellegzetes viselkedését egyébként más élelmiszereknél is megfigyelték. A mikrohullámú kezeléseknél gyakran alkalmazott 2450 MHz frekvencián Liu *et al.* (2018) érdekes jelenséget figyeltek meg, miszerint a dielektromos veszteségi tényező a laktóztartalom növekedésével minden esetben növekszik, azonban a dielektromos állandó viselkedését a tej zsírtartalma is befolyásolja: a teljes tejnél (tejszír 3,9%) az  $\epsilon'$  a laktóz koncentrációjával növekszik, míg fölöszt soványtejnél (zsírtartalom 0,1% alatt) a dielektromos állandó csökken. A laktóz, a hidroxil- és hidroximetil-csoportjai révén, a tejben lévő tejszírgolyók halmazképződési hajlandóságát növeli, és a képződő halmazok az ionos vezetést gátolják, így alacsonyabb frekvenciákon a veszteségi tényező csökken a koncentráció növelésével. Azonban magasabb frekvenciasávban (mint például a mikrohullámú kezelések frekvenciái) a laktóz mennyiségének növelésével a gyengén poláros (hidroxil- és hidroximetil-csoportok) mennyisége is növekszik, amely a dielektromos veszteségi tényező növekedését okozza.

A dielektromos paraméterek meghatározásán alapuló módszerekkel a joghurt fermentációs folyamatot is nyomon követték. Guo *et al.* (2018) megállapították, hogy a dielektromos jellemzők közül elsősorban a veszteségi tényező változása tekinthető olyan mértékűnek, amely lehetővé teszi a fermentációs folyamatok műszeres ellenőrzését, illetve a fermentáció esetében a végpontjelzést. Az  $\epsilon''$  a fermentációs időszak első szakaszában csökken, a mikrobiális savtermelés miatti pH csökkenésével, illetve a vezetőképesség növekedésével jól korrelálva, majd a kazein izoelektromos pontjának (pH=4,6) elérése után a csökkenő tendencia növekvőbe vált át. A veszteségi tényező ezen

'töréspontja' (minimumérték) tehát a joghurt esetében a fermentáció során bekövetkező fiziko-kémiai változások detektálására alkalmas.

A dielektromos méréseket nemcsak tej, hanem különböző tejtermékek esetében is vizsgálták már. A sajtok esetében például a dielektromos állandó és a veszteségi tényező vonatkozásában is a mérési frekvencia növelésével csökkenő tendenciát figyeltek meg 300 MHz-3 GHz tartományban. A sajtok dielektromos viselkedését a hőmérséklet is befolyásolja, általában 5 °C hőmérsékleten rendelkeznek a legnagyobb  $\epsilon'$  értékkel, amely 55-65 °C hőmérséklettartományig csökken. A veszteségi tényező változását azonban a nedvességtartalom/zsirtartalom arány is befolyásolja: alacsony víz/zsír aránynál (1,3-1,6) az  $\epsilon''$  5-55 °C tartományban a hőmérséklet növekedésével csökken, majd ezután növekszik; míg magas víz/zsír arányú (2-2,3) sajt típusoknál az  $\epsilon''$  növekvő tendenciát mutat 5-75 °C hőmérséklettartományban (Everard *et al.*, 2006). Ezek alapján tehát általánosítható dielektromos viselkedés nem állapítható meg. Fagan *et al.* (2005) különböző összetételű sajtok dielektromos paramétereinek és a mintákban ismert mennyiségben lévő nedvesség- és sótartalom közötti korrelációt vizsgálták. A nedvességtartalom növekedésével a dielektromos állandó növekvő értékei mutattak összefüggést 2450 MHz frekvencián, emellett a víztartalom hatással volt a veszteségi tényezőre is. Ezzel szemben a sótartalom csak a dielektromos veszteségi tényező értékét befolyásolta. A növekvő sótartalom miatti nagyobb dielektromos veszteség a növekvő mértékű ionos vezetésnek volt köszönhető, így alacsonyabb frekvencián, 948 MHz-en volt erősebb a kapcsolat a kémiai és a dielektromos jellemzők között.

Az élelmiszerek egy jelentős részében a víz- és a sótartalmat tekintik a dielektromos viselkedés szempontjából leginkább meghatározó komponensnek. A víz esetében azonban nem pusztán a mennyiség, hanem a fiziko-kémiai forma (például kristályvíz, BET-víz, szabad vagy kötött víz), illetve a többi komponens tulajdonságai (pl.: vízben oldható komponens, diszperz komponens) is befolyásolja a dielektromos paraméterek, illetve ehhez kapcsolódóan a relaxációs idő, vagy a penetrációs mélység értékét (Bircan *et al.*, 2001). A sajtok esetében a sókoncentráció többféle mechanizmus által is befolyásolja a dielektromos viselkedést. A só adagolással, vagyis az ionok koncentrációjának növelésével, alacsonyabb frekvenciákon az ionos vezetés erősödik, amely többek között ezen frekvenciákon a veszteségi tényező értékének növekedését eredményezi. Másrészt a sók adagolásával a fehérjék hidrátburkai, a vízkötési potenciál



is változhat. Ezen fiziko-kémiai változások szintén befolyásolják a sajtok dielektromos tulajdonságait (Velazquez *et al.*, 2018).

Az utóbbi évek kutatásai során a dielektromos paraméterek pontosabb meghatározásával nemcsak szilárd anyagok és kevés komponensből álló folyadékelegyek, hanem egyre több biológiai anyag dielektromos viselkedését is vizsgálják. Ezen kutatások eredményei rámutattak arra, hogy a dielektromos állandó és a veszteségi tényező szakirodalomban szereplő általános frekvencia-, nedvesség-, vagy hőmérsékletfüggési tendenciái többkomponensű, heterogén rendszerekben, és főleg biológiai eredetű anyagok esetében nem mindig igazolhatóak, anyagfüggő „fluktuációk” és anomális viselkedés figyelhető meg (Zhu és Guo, 2017; Maenhout *et al.*, 2019; Zhang *et al.*, 2019; Solyom *et al.*, 2020). A biológiai eredetű anyagok dielektromos viselkedése területén ezért még további, részletesebb vizsgálatok szükségesek.

## ANYAGOK ÉS MÓDSZEREK

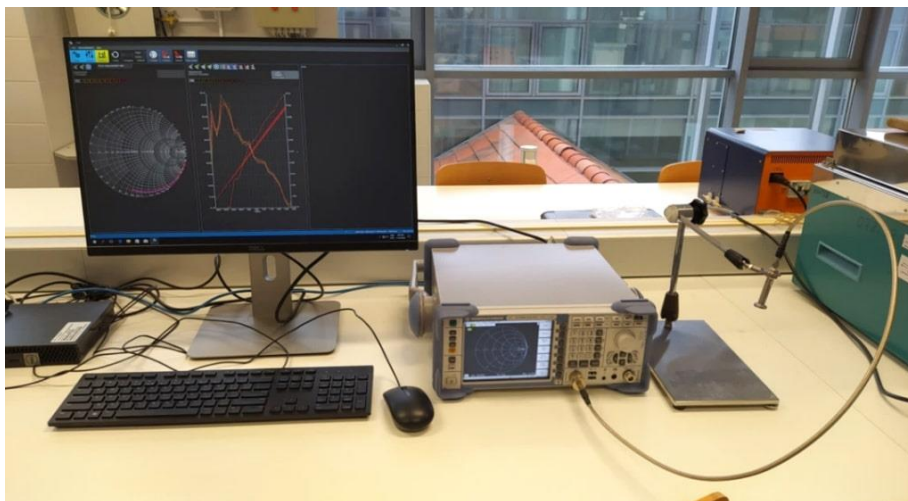
### *A dielektromos mérőberendezés és működése*

A dielektromos állandó és a veszteségi tényező mérésére egy laboratóriumi dielektromos mérőrendszert használtuk (1. ábra). Egy vektorhálózat-analizátorhoz (ZVL-3 VNA, Rhode&Schwarz GmBh) 50 ohm ellenállású koaxiális tápvonallal csatlakoztatott DAK 3.5 (SPEAG GmBh) mérőszensor segítségével határoztuk meg a dielektromos paramétereket. A mérési módszer elve, hogy a nyitott végű érzékelővel rendelkező DAK szenzor fogadja a vektorhálózat-analizátor (VNA) által a mintába bocsátott, a mérendő anyag felületéről visszaverődő jeleket és továbbítja a koaxiális tápvonalon keresztül a vektorhálózat-analizátorba, ami a reflexiós tényező mérésére alkalmas. A vektorhálózat-analizátorhoz csatlakoztatott számítógépre telepített DAK szoftver segítségével a mért reflexiós együttható átkonvertálható az anyag komplex permittivitásává.

A dielektromos paraméterek méréséhez a DAK szenzor 0,2-20 GHz frekvenciatartományban alkalmazható, azonban a mérhető maximális frekvencia értéket a használt vektorhálózat-analizátor 3 GHz frekvenciára korlátozza. Az előzetes mérési tapasztalataink alapján a felső frekvenciatartományban nagymértékű elektromágneses zavarást tapasztaltunk, emiatt a vizsgálatokat 200 MHz és 2400 MHz közötti tartományban végeztük. A dielektromos tulajdonságok – dielektromos állandó,

dielektromos veszteségi tényező, veszteségszög tangens – frekvencia függvényében kapott értékeit a rendszer 10 ponton 3-3 mérés átlagából adja meg, melyeknek számtani átlagaként határoztuk meg az egy adott mérési ponthoz tartozó paraméterek értékeit (a minták esetében minden pozícióban 5 mérési pontot alkalmazva, mérési pontonként 30 rögzített mérési adatból).

Az anyag sűrűségében előforduló változások mérési hibákat okozhatnak, ezért ügyeltünk arra, hogy a szenzor és az anyag közvetlen találkozását légrés mentesen biztosítsuk. Ehhez a mérőszenzor nyitott végű érzékelőjét a tejmintáknál minden esetben 10 mm-es mélységben belemerítettük a folyadékba, sajtok esetén pedig a minták sima felületére helyeztük és 2 mm-es mélységű penetrációt alkalmazva rögzítettük. A tejipari termékek vizsgálatát megelőzően ismert dielektromos paraméterekkel rendelkező referenciaanyagra saját ellenőrző mérést hajtottunk végre, melyhez a tej és a sajt legnagyobb arányú összetevőjét, a vizet használtuk. A dielektromos méréseket a műszer gyártója által rögzített víz referenciaadatokkal szemben végeztük. A mérőrendszer minden újbóli indítása után a mérési megbízhatóságot a gyártói referenciaanyagokkal Cole-Cole diagramon vizuálisan (a szenzor nem látható szennyeződése, illetve a tápvonal mozgatása miatti hiba azonnali kiszűrése céljából), és a mért adatok és referenciaértékek számszerű összevetésével is ellenőriztük.



*1. ábra:* Dielektromos mérőberendezés

*Figure 1:* Dielectric measurement equipment

***Az oltós alvasztás anyagai és a folyamat nyomon követésének módszere***

Az alvasztási művelet vizsgálatához egy helyi tejtermelőtől beszerzett nyers tehéntejet és MAXIREN 600 (DSM Food Netherlands, *Kluyveromyces lactis* termelte kimozin, 600 IMCU/mL; 3mg/mL koncentráció) iparilag is alkalmazott enzimet használtunk. A tej oltóenzim koncentrációját az ipari technológiában alkalmazottnak megfelelő adagolási tartományban megválasztva 100 ml teje vonatkoztatva 9 µl/100 ml volt.

Az alvasztási folyamat során a látszólagos viszkozitás (a kolloid rendszerekre jellemző folyási tulajdonság) változását SV-10 típusú (A&D Company, Japan) vibrációs viszkoziméterrel, a dielektromos paraméterek változását a dielektromos mérőberendezéssel monitoroztuk. A két mérőműszer egymással párhuzamosan, külön mintatartó edénybe kitöltött, de mindenben azonos összetételű tejmintában, azonos hőmérsékleten mérte a vizsgálandó paramétereket. A vibrációs viszkoziméter lamellái a készülékhez tartozó polikarbonát mintatartó edénybe kimért 45 ml, míg a dielektromos mérőszensor egy üvegedénybe öntött 125 ml térfogatú tejet tartalmazó mintába merülve végezte a méréseket. A viszkozitást és a dielektromos paramétereket közvetlenül az oltóenzim hozzáadagolása után, majd a 90 perces alvasztási vizsgálat első fél órájában 5 percenként, azt követően 10 percenként határoztuk meg. Minden mérésnél a tej alvasztásához szükséges állandó  $37 \pm 1,5$  °C hőmérséklet biztosításához vízfürdőbe (Medline BS-11) helyeztük a mintákat.

***A sajtok érlelése során felhasznált minták és műszeres vizsgálatok***

A sajtok érési folyamatának vizsgálatához a Sole-Mizo Zrt. bácsbokodi üzeme által gyártott és trappista sajtot és bácskai gyúrt sajtot használtunk fel. A félkorong alakú trappista sajtok 700 gramm kiserelésben, vákuumcsomagolásban; a korong alakú 350 gramm kiserelésű bácskai gyúrt sajtok az üzemi érlelési gyakorlatban is alkalmazott zsugorfóliába csomagolva érkeztek. A sajtmintákat a gyári paraméterek szerint, a trappista sajtok esetében  $14 \pm 1$  °C, a bácskai gyúrt sajtot  $7 \pm 1$  °C hőmérsékleten tároltuk és érleltük. Mindkét típusú sajtból származó vizsgálati minták ugyanazon gyártási tételből származtak.

Az érés dielektromos paraméterekkel való követése mellett vizsgálatokat végeztünk a sajtok állományának és színének változásáról is. Ez a három különböző típusú mérés mindig egy napon történt, a trappista és a bácskai gyúrt sajtból is egy-egy mintát felhasználva. Az első mérési alkalomra a gyártástól számított 5. napon került sor. A sajtok

az érlelésinél magasabb, de minden esetben azonos, hőmérsékleten (kb.  $16^{\circ}\text{C} \pm 1^{\circ}\text{C}$ ) kerültek vizsgálatra. A hőmérséklet megválasztásánál figyelembe vettük, hogy a fogyasztó a hűtőből fogyasztás előtt a terméket kivesszi, vagyis ennek hőmérséklete – a környezeti hőmérséklettől függően – néhány Celsius-fokot emelkedik. A sajtok csomagolásának eltávolítását követően a mintákat megfelelő méretű és alakú darabokra vágtuk az említett mérések kivitelezéséhez. A dielektromos- és színméréseknél 4 cm vastagságú mintát készítettünk sík metszéspelületekkel. Az esetlegesen megjelenő érési lyukakat kikerülve helyeztük el a mérőszenzorokat. A mért paramétereket a sajtminák különböző részein határoztuk meg: a sajtok külső felületének és a felülettől a középpont felé számított kb. 1 cm-es távolság közötti felületeken (kéreg), illetve a minta darabolásával a sajtok geometriai középpontjától számított 1 cm-es távolságon belül (közép).

A sajtminák állományprofil-analízisét (Texture Profile Analysis, TPA) Brookfield CT3 típusú állományvizsgáló műszerrel végeztem. A műszerrel mérhető állományjellemzők közül a keménység paramétert használtam fel a dielektromos tulajdonságokkal való összefüggések vizsgálatánál. A vizsgálatok előtt a trappista sajt és a bácskai gyúrt sajt közép és kéreg részéből kivágtott 18-20 mm vastagságú szeletet készítettünk elő. A Petri-csészébe helyezett minták fölé egy acéllemezt rögzítettünk, hogy a próbafej felfelé irányuló mozgása során megakadályozzuk a minták elmozdulását. Minden mintán 3-szor végeztünk állománymérést különböző helyeken. A mérésekhez 7 mm átmérőjű, acél próbafejet használtunk, mely 0,5 mm/s sebességgel 13 mm-es penetrációs mélység eléréséig hatolt be 2 ciklusban.

A sajtok színének objektív értékelésére Minolta CR-300 típusú tristimulusos színmérő készülékkel a CIELab színtérben értelmezett  $L^*$ ,  $a^*$  és  $b^*$  színezési koordinátákat határoztam meg. Az  $L^*$  színezési koordináták a vizsgált minta világosságát adják meg egy feketétől ( $L^*=0$ ) fehérig ( $L^*=100$ ) terjedő skálán. Az  $a^*$  színezési koordináták határozzák meg az anyag vörösvörös színétét ( $+a^*=$ vörös,  $-a^*=$ zöld),  $b^*$  színezési koordináták a sárga-kék színétét ( $+b^*=$ sárga,  $-b^*=$ kék). Minden mérésorozat előtt a készülékhez tartozó fehér etalonnal kalibrációt végeztünk. A sajtok színezési koordinátáit a meghatározott mérési helyeken (kéreg részen, középső részen) 5-5 mérés átlagából számítottuk. A színmérés esetében is úgy választottuk meg a szenzorpozíciót, hogy a mérési pontokon az érlelés alatt kialakuló lyukakból történő reflexió ne befolyásolja a színmérés eredményeit.

## EREDMÉNYEK

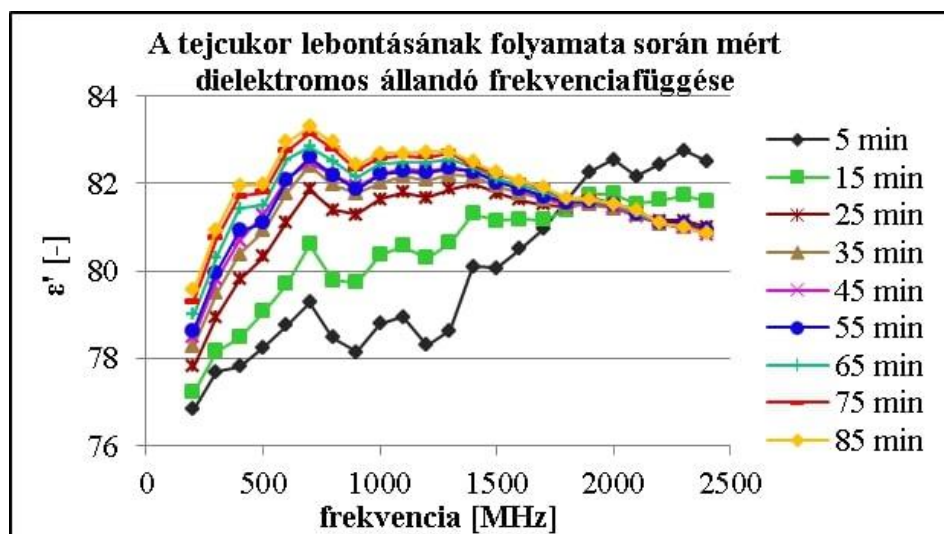
### *Tejcukor lebontási folyamat vizsgálata*

A laktózzlebomlási folyamat közbeni dielektromos mérésekkel, illetve laktózmentes tej dielektromos paramétereivel kapcsolatos szakirodalmi eredmények nem álltak rendelkezésünkre. A tej dielektromos viselkedését illetően azonban a szakirodalom alapján megállapítható, hogy a dielektromos paraméterek frekvencia függvényében való változását a hőkezelés módja, a fejtés után eltelt idő (mikrobiális állapot), illetve a tejszíron kívüli összetevők koncentrációja egyaránt befolyásolhatják (*Munoz et al., 2017*). A tej a nagy víztartalma ellenére, a benne oldott formában és diszperz fázisként egyaránt jelen lévő, sokféle vegyület miatt nem követi a víz dielektromos viselkedését. Tiszta vízben a dipólusos vízmolekulák a frekvencia növekedésével egyre kevésbé tudják követni a változó polaritású elektromágneses teret, ezért a dielektromos állandó csökkenő tendenciát mutat (*Barba és d'Amore, 2012*). A hőmérséklet növelés hatására a dielektromos állandó alacsony frekvenciákon nő, míg az anyagkezeléseknél használt frekvenciákat is magában foglaló magasabb frekvenciatartományban csökken. A tendenciaváltáshoz tartozó frekvenciatartomány az adott anyagra jellemző. Azonban éppen tej és egyéb folyékony halmazállapotú élelmiszeripari anyag esetében vannak olyan tanulmányok, amelyek nemcsak a mért dielektromos jellemzők abszolútértékében, hanem a változási tendenciákban is eltérő viselkedést tapasztaltak (*Zhu et al., 2014*). Egyazon anyag esetében a nedvességtartalom csökkentése a dielektromos állandó értékét csökkenti (*Komarov et al., 2005*), azonban ha a nedvességelvonás közben anyagszerkezeti-, vagy a hő hatására kémiai változások is végbe mennek, egyértelmű tendenciák már nem állapíthatóak meg. Az ionok jelenléte nemcsak alacsony, hanem magasabb frekvenciákon is lényegesen megváltoztathatja a dielektromos viselkedést, mivel nagyobb frekvenciákon az ionok disszociációja és vízmolekulákhoz kötődése a polarizálhatóságot is befolyásolja.

Az 5 m/m%-ban laktózt tartalmazó szuszpenzióhoz  $\beta$ -galaktozidáz enzim adagolása után meghatároztuk, hogy a laktóz hidrolízise hogyan befolyásolja a tejminta dielektromos viselkedését. A szakirodalomban már több esetben számoltak be arról, hogy enzimes-, illetve fermentációs folyamatok nyomon követhetőek voltak dielektromos paraméterek monitorozásával (*Olmi et al., 2007; Velazquez et al., 2013*).

A 85 perces vizsgálat kezdetén a dielektromos állandó a frekvencia függvényében karakterisztikus ingadozó értékekkel növekedett, majd a vizsgált dielektromos paraméter változásának trendje módosult a laktóz lebontásának eredményeképp, hiszen 25 percet követően 1300 MHz-1400 MHz-től egyértelmű csökkenő tendenciát figyelhetünk meg (2. ábra).

Az idő előrehaladtával a dielektromos állandó frekvenciafüggését szemléltető görbék metszéspontja 1800 MHz frekvenciától következett be. A  $\epsilon'$  csökkenő tendenciájának kezdete 1000-1500 MHz frekvenciatartományra tehető, de ezt a lebontási idő hossza is befolyásolja.



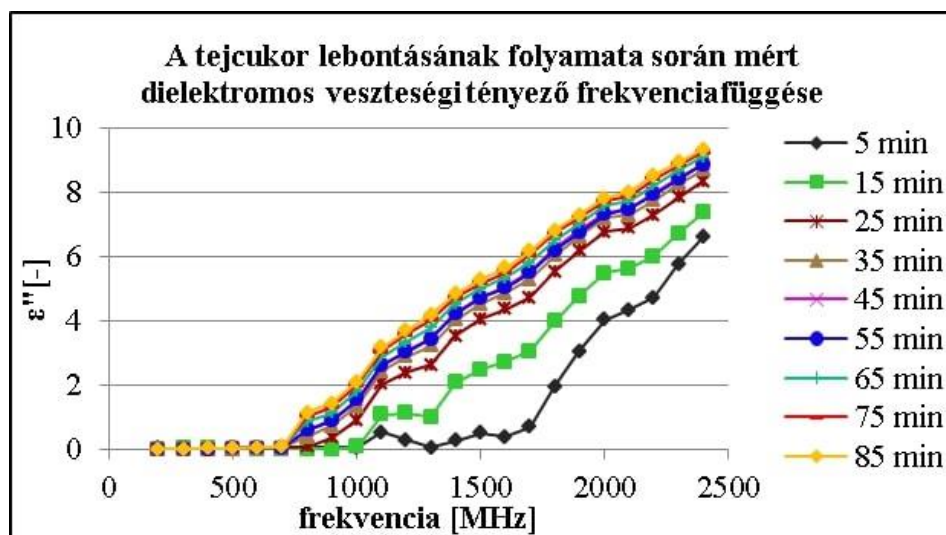
2. ábra: A tejcukor lebontás folyamata során mért dielektromos állandó frekvenciafüggése

Figure 2: Frequency dependence of the dielectric constant measured during the process of enzymatic lactose hydrolysis

A laktáz enzim tejcukor hidrolízisének következtében keletkező monoszacharid egységek könnyebben polarizálódtak az elektromos térben. Ez egy határon túl a dielektromos állandó értékében csökkenő, a veszteségi tényező értékében növekvő tendencia kialakulásához vezet. A tejcukor bomlását nem volt lehetőségünk komponensszintű analitikával nyomon követni, a méréseink során csak a dielektromos paraméterekben tendenciózus változások megjelenését kerestük. Azonban például a

szakirodalomban leírt glükóz koncentrációjának dielektromos jellemzőkre gyakorolt hatása részben magyarázhatja ezt a megfigyelést (Höchtl *et al.*, 2000; Deshmukh és Ghongade, 2016).

A veszteségi tényező frekvencia függvényében való változása a mérés ideje alatt egyre nagyobb mértékű volt (3. ábra). A tejben növekvő mennyiségben lévő glükóz és galaktóz – a laktóznál kisebb molekulatömegűek és ezáltal könnyebb polarizálhatóságuk miatt – az alkalmazott elektromos mező hatására növelte a dielektromos veszteséget (Fuchs és Kaatze, 2002).



3. ábra: A tejcukor lebontás folyamata során mért dielektromos veszteségi tényező frekvenciafüggése

Figure 3: Frequency dependence of the dielectric loss factor measured during the process of enzymatic lactose hydrolysis

### ***Oltós alvasztási folyamat vizsgálata***

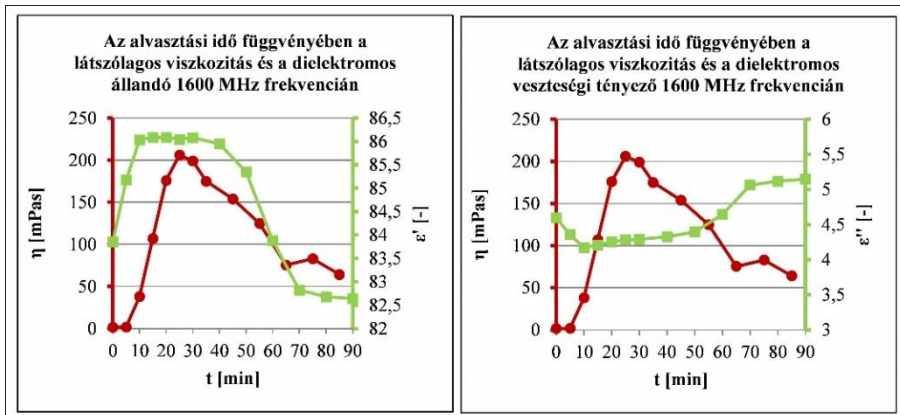
A tejtöltés alvasztása során a kazein micellák destabilizációját leggyakrabban rennin, vagy kimozin enzimek okozzák. Az enzim a kazein fehérjét glükomakropeptidekre és para- $\kappa$ -kazeinre hasítja, amelyek kalciumionok jelenlétében aggregátumokká kapcsolódnak össze, majd az alvasztás következő fázisában egy térhálós polimerszerkezetet hoznak létre. A kialakult gélszerkezetű alvadék nem tartja meg végtelen hosszú ideig szerkezetét, hanem a fehérjék térszerkezeti változása miatt fellépő

szinerézis során a savó egy része kiszorul a polimerhálóból. A fehérjék esetében, modellrendszerekben a szakirodalom már leírta a konformációváltozás (*Zhou és Pang, 2018*), a fehérjéket felépítő aminosavak típusa (*Song, 2002*), illetve a fehérje-kalcium kötődés mértéke (*Penfold et al., 1998; Ye és Harte, 2013*) és a dielektromos paraméterek közötti kapcsolat meglétét. Ezek alapján, mivel az alvasztás során a fehérjefrakcióban egyes komponensek molekulatömege, a fehérjék térszerkezete, az ionok mobilitása, továbbá a szabad/kötött víz aránya is változik, a dielektromos mérések potenciálisan alkalmasak lehetnek ezen folyamatok jelzésére.

A dielektromos állandó a frekvencia függvényében azonos tendenciát követve változott; a legnagyobb értékek 1500-1600 MHz frekvencián voltak mérhetőek. A dielektromos veszteségi tényező nagyságrendnyi növekedése a frekvencia függvényében kb. 800 MHz frekvenciától volt tapasztalható. A dielektromos paraméterek változásában azt tapasztaltuk, hogy 1600 MHz frekvencián változtak a legszélesebb tartományban az értékek, ezért ezen a frekvencián mért adatokat használtuk fel a látszólagos viszkozitással való összefüggések vizsgálata során.

Az oltóenzim hozzáadásával az alvasztás során a viszkozitás értékeinek nagyságrendbeli növekedését mértük. A látszólagos viszkozitás értékeinek növekvő tendencia szerinti változásának kezdete, azaz a kazein micellák aggregálódási folyamatának megindulása 5 perc után bekövetkezett, ahogy az a *4. ábrán* is látható.





4. ábra: 1600 MHz frekvencián mért dielektromos paraméterek és a látszólagos viszkozitás az alvasztási idő függvényében

Figure 4: Dielectric parameters measured at 1600 MHz and relative viscosity as a function of clotting time

Közvetlenül az oltóenzim tejbe adagolása után mért kiindulási értékről az 1600 MHz frekvencián meghatározott dielektromos állandó mindaddig növekedett az idő előrehaladtával, amíg a látszólagos viszkozitás változásában nagyságrendnyi növekedést tapasztaltunk. A dielektromos veszteségi tényező – a dielektromos állandó változásával azonos időtartamban – a vizsgált alvasztási folyamat kezdeti szakaszában csökkent.

A viszkozitás növekedésének megindulásával a dielektromos állandó értékei nem nőttek tovább és a dielektromos veszteségi tényező csökkenő tendenciája is megszűnt, tehát a dielektromos mérésekkel az alvasztási folyamat az alvadék megszilárdulásáig volt nyomon követhető. Ez alapján elmondható, hogy a dielektromos állandó értékeinek időben növekvő szakasza a tejben az oltóenzim hatására bekövetkező kazeinmicellák hidrolízisének és a polimerháló szerkezet kialakulásához szükséges kalciumionok mobilitás változásának eredménye. A hidrolízis során kialakult kisebb részecskék és ionok könnyebben mobilizálódhattak az elektromágneses tér hatására, a relaxációs idejük csökkent, ez okozhatta a  $\epsilon'$  értékében a növekvő, míg  $\epsilon''$  értékekben a csökkenő tendenciát.

A dielektromos állandó időfüggését vizsgálva a 4. ábrán látható, hogy a legnagyobb enzimkoncentrációjú tejminta dielektromos állandója a kezdeti növekedés után, a 10. percet követő fél órában egy állandó értéket tartva nem változott, majd csökkenést

követően a mérés kezdetén meghatározottnál alacsonyabb értéken állandósult. A dielektromos veszteségi tényező változásában tapasztalt minimum értéket követően növekvő tendencia volt megfigyelhető mindhárom kísérlet során, aminek következtében a 90. percben meghatározott  $\epsilon''$  értékek meghaladták az alvasztási folyamat kezdetén mért  $\epsilon''$  értékeket. A dielektromos állandó csökkenését és a dielektromos veszteségi tényező növekedését a viszkozitás növekedésének kezdetével egyidejűleg tapasztaltuk, így a  $\epsilon'$  csökkenő és a  $\epsilon''$  növekvő tendenciája a kazein micellák aggregálódásával és a térhálós szerkezet kialakításához szükséges kalciumionok megkötésével, azaz a részecskék mobilitásának változásával magyarázható.

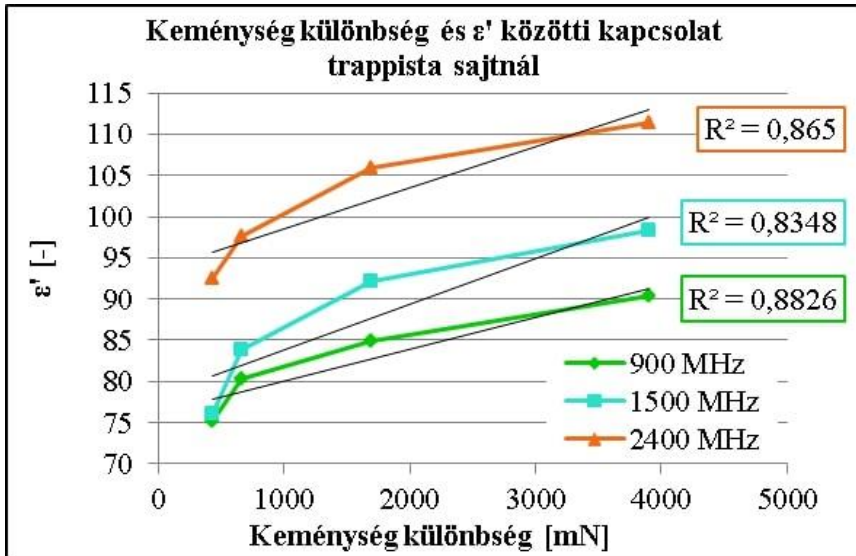
### **Sajt érési folyamat vizsgálata**

A két vizsgált sajt dielektromos paraméterei közül a dielektromos állandó érési idővel történő változását követtük nyomon, a dielektromos veszteségi tényező értékei a frekvencia és érlelési idő függvényében nem tendenciaszerűen változtak. A szakirodalomban a sajtok esetében foglalkoztak már a dielektromos jellemzőkkel, azonban elsősorban a nedvességtartalommal, vagy a sótartalommal való korrelációt vizsgálva (Everard *et al.*, 2006; Velazquez *et al.*, 2018).

A frekvencia növekedésével nőtt a dielektromos állandó értéke függetlenül attól, hogy milyen érettségű és milyen típusú sajtot vizsgáltunk, azonban az érési időszak előrehaladásával a dielektromos állandó azonos frekvencián egyre nagyobb értékeket vett fel a gyúrt sajt nál, míg csökkenő tendencia volt tapasztalható a trappista sajt vizsgálatánál. Edami sajt érlelés közbeni dielektromos mérési tapasztalatai kapcsán Kubiš *et al.* (2001) az érési idő előrehaladtával a dielektromos állandó növekvő tendenciájáról számoltak be, igaz ebben a kutatásban magasabb frekvenciatartományban (10 GHz) végezték a kísérleteket. A különböző érettségi állapotokhoz tartozó dielektromos jellemzők közötti különbségek az összes mintát figyelembe véve 900 MHz-től a mérési frekvenciasáv maximumáig (2400 MHz) voltak nagyobb mértékűek. Ezért a következőkben, valamennyi sajt típus esetében ezen két frekvencián mért dielektromos állandókat mutatjuk be, kiegészítve egy közbenső mérési frekvenciához (1500 MHz) tartozó értékekkel.

A keménység sajtok kéreg- és középrésze közötti különbségének változása és a dielektromos állandó közötti kapcsolat trappista sajt nál közel lineáris összefüggést mutatott (5. *ábra*). A különbségek mérésével és az ezekhez kapcsolódó esetleges

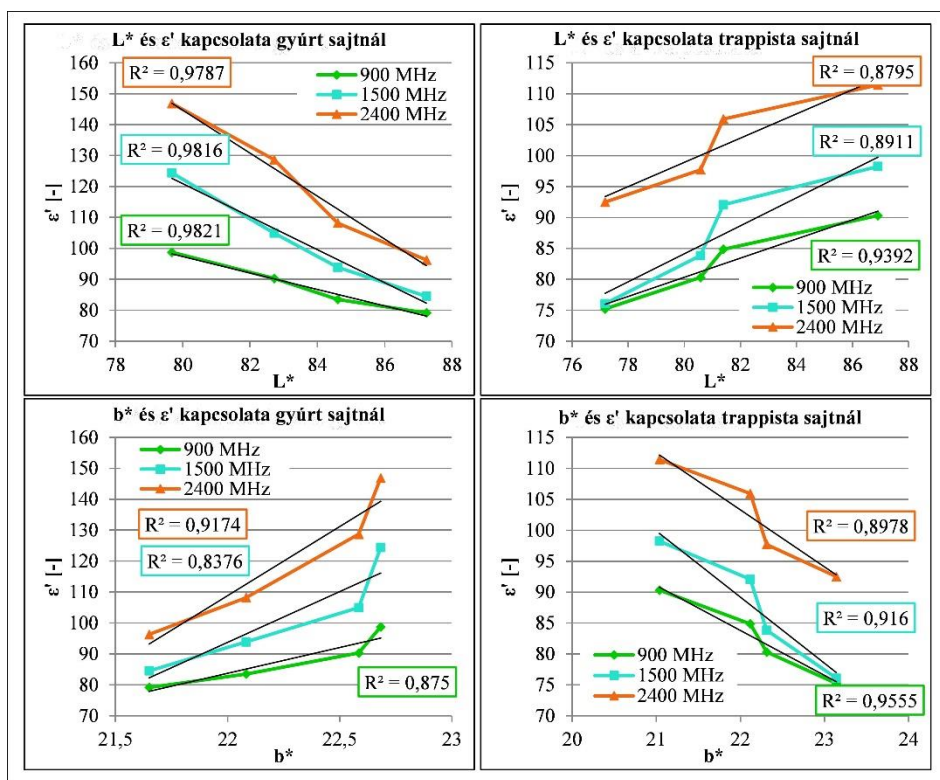
összefüggések meghatározásával a sajtok különböző rétegeiben az állomány érés alatti kiegyenlítődése vizsgálható.



5. ábra: A dielektromos állandó és a keménység két mérési pontban meghatározott különbsége közötti kapcsolat trappista sajtnál

Figure 5: Correlation between the dielectric constant and the difference in hardness determined at two measuring points in Trappist cheese

Mindkét típusú sajtnál a különböző helyeken mért dielektromos állandók átlagértékei, valamint az ugyanezen helyeken mért szinkordináták közötti kapcsolatot a 6. ábrán szemléltetjük.



6. ábra: Az L\* és a b\* szinkoordináta és a dielektromos állandó kapcsolata a két mérési pozícióban vett átlagértékek alapján

Figure 6: The correlation between the averages of color coordinate L\* and b\* and the dielectric constant measured in specific points of the cheeses

## KÖVETKEZTETÉSEK ÉS JAVASLAT

A kutatásaink során megállapítottuk, hogy a laktózelebontás következtében keletkező monoszacharid egységek könnyebben polarizálódtak az elektromos térben, ami egy határon túl a dielektromos állandó értékében csökkenő, a veszteségi tényező értékében növekvő tendencia kialakulásához vezetett.

A kísérleti eredményeink azt mutatták, hogy az oltós alvasztási folyamat kezdeti szakaszában a dielektromos állandó növekszik, a dielektromos veszteségi tényező csökken. A látszólagos viszkozitás növekedésének megindulásával a dielektromos állandó értékei nem nőttek tovább és a dielektromos veszteségi tényező csökkenő

tendenciája is megszűnt, tehát a dielektromos mérésekkel az alvasztási folyamat az alvadék megszilárdulásáig volt nyomon követhető.

A sajtok érlelés alatti dielektromos viselkedésének vizsgálata során azt tapasztaltuk, hogy az érlelési idő előrehaladtával, az érlelés első szakaszában a dielektromos állandó a gyúrt sajt nál növekvő, a trappista sajt nál csökkenő tendencia szerint változott. Ezen karakterisztikusan megjelenő, az érlelés egyes szakaszaiban egyértelműen tapasztalható összefüggések, illetve a tendenciát érintő változások egy időpontra esése lehetővé teszi a dielektromos módszerek alkalmazását az érlelési folyamat nyomon követésére. A sajtok különböző helyein (kéreg és közép) mért dielektromos állandók átlagai az érlelés vizsgált időtartama alatt lineáris kapcsolatban volt az ugyanezen helyeken mért színkoordináták átlagaival, illetve trappista sajt nál a keménység két mérési pontban meghatározott keménység-különbség paraméterekkel.

Mindezek alapján tehát a dielektromos mérések alkalmazhatóak lehetnek a vizsgált egyes tejipari gyártási technológiai folyamatok nyomon követésére. Azonban a dielektromos módszerek esetében a szélesebb frekvenciatartományt érintő további mérések, illetve a dielektromos viselkedés változásának háttérében lévő részletesebb analitikai vizsgálatok szükségesek annak érdekében, hogy a dielektromos jellemzők, valamint a szín-, állomány- és reológiai paraméterek közötti egyértelmű kapcsolat feltárhatóvá váljon, és a dielektromos paramétereken alapuló becslési eljárások kidolgozhatóak legyenek.

**INVESTIGATION OF CORRELATIONS BETWEEN THE PARAMETERS OF  
INSTRUMENTAL TEST METHODS AND DIELECTRIC MEASUREMENTS  
IN DAIRY TECHNOLOGY PROCESSES**

RÉKA DOBOZI<sup>1</sup> - ZOLTÁN JÁKÓI<sup>1</sup> - JÓZSEF CSANÁDI<sup>2</sup> - SÁNDOR BESZÉDES<sup>1</sup>

<sup>1</sup>University of Szeged, Faculty of Engineering, Department of Biosystems Engineering,  
Szeged;

<sup>2</sup>University of Szeged, Faculty of Engineering, Department of Food Engineering,  
Szeged

**SUMMARY**

Dielectric behavior of biological materials has been studied for decades. Dielectric characterization of dairy products was carried out in order to detect added water in milk and the concentration of additives in cheese, for instance. However, there can be found just very few study about monitoring processes in dairy technology by dielectric measurements. In our study, the change of dielectric constant and dielectric loss factor were measured during chymosin-induced (MAXIREN 600 chymosin from *Kluyveromyces lactis*) coagulation of cow milk, and the ripening period of two types of semi-hard cheese with different production technologies (Sole-Mizo Zrt., Bácsbokod). The dielectric properties were determined with open-ended coaxial probe (Speag DAK 3.5, Rhode&Schwarz ZVL-3) from 200 MHz to 2400 MHz. The enzymatic coagulation was monitored by measuring relative viscosity (AND SV-10 vibro viscometer). During cheese ripening, texture profile analysis (Brookfield CT3 TPA analyzer) and color measurement (Minolta CR300) were also applied to determine whether the changes of dielectric parameters are correlated with the physico-chemical changes. In addition, we investigated the effect of milk lactose content on dielectric behavior.

Our results show that the dielectric constant increased significantly and the dielectric loss factor decreased as the coagulation progresses forward. As the growing tendency of viscosity with the time appeared the rising tendency of dielectric constant broke and the dielectric loss factor started to increase after reaching a minimum value. Therefore, it can be concluded that the overall process is detectable by the analysis of dielectric behavior until the coagulated gel is formed. During cheese ripening processes, dielectric constants

decreased for Trappist cheese, while increased for kneaded cheese as a function of ripening time. Moreover, there is a linear correlation between the dielectric constants (900, 1500 and 2400 MHz) and the averages of color coordinates and TPA indicators measured in specific points of the cheeses.

Our results verified, that the rapid, non-destructive, and chemical-free dielectric measurement method can be suitable for the monitoring both enzymatic coagulation of milk and cheese ripening. Furthermore, it is applicable to determine the endpoint and optimal time period of these processes in dairy technology.

**Keywords:** dielectric measurement, milk clotting, cheese ripening, TPA, color measurement

### KÖSZÖNETNYILVÁNÍTÁS

A közlemény az Innovációs és Technológiai Minisztérium UNKP-21-1-SZTE-310 és UNKP-21-5-SZTE-556 kódszámú Új Nemzeti Kiválóság Programjának a Nemzeti Kutatási, Fejlesztési és Innovációs Alapból finanszírozott szakmai támogatásával készült. A kutatómunkát a Magyar Tudományos Akadémia Bolyai János Kutatási Ösztöndíja (BO/00161/21/4) támogatta. A szerzők köszönetüket fejezik ki a Bonafarm Csoportnak, hogy a Sole-Mizo Zrt. bácsbokodi üzeme által gyártott sajtokat rendelkezésünkre bocsátotta.

### IRODALOM

*Barba, A.A. - d'Amore, M. (2012):* Relevance of dielectric properties in microwave assisted processes. In: *Microwave Materials Characterization (Ch 6)*. Ed.: Costanzo, S., Intech Europe. 91-118.

*Bircan, C. - Barringer, S.A. - Mangino, M.E. (2001):* Use of dielectric properties to detect whey protein denaturation. *The Journal of Microwave Power and Electromagnetic Energy*. 36(3). 179-86.

*Cases, E. - Cayot, P. (2005):* Effect of apolar phase dielectric constant on interfacial properties of  $\beta$ -lactoglobulin (dielectric constant and interfacial properties of  $\beta$ -lactoglobulin). *Food Hydrocolloids*. 19(1). 165-170.

- Deshmukh, V. V. - Ghongade, R. B. (2016):* Measurement of dielectric properties of aqueous glucose using planar ring resonator. International Conference on Microelectronics, Computing and Communications (MicroCom). 1-5.
- Ermolina, I. - Smith, G. (2011):* Dielectric spectroscopy of low-losses sugar lyophiles: III: The influence of moisture on the dielectric response of freeze-dried lactose. Journal of Non-Crystalline Solids. 357(2). 671–676.
- Everard, C.D. - Fagan, C.C. - O'Donnell, C.P. - O'Callaghan, D.J. - Lyng, J.G. (2006):* Dielectric properties of process cheese from 0.3 to 3GHz. Journal of Food Engineering. 75(3). 415-422.
- Fagan, C.C. - Everard, C. - O'Donnell, C.P. - Downey, G. - O'Callaghan, D.J. (2005):* Prediction of inorganic salt and moisture content of process cheese using dielectric spectroscopy. International Journal of Food Properties. 8(3). 543-557.
- Fuchs, K. - Kaatz, U.. (2002):* Dielectric spectra of mono- and di-saccharide aqueous solutions. The Journal of Chemical Physics. 116(16). 7137-7144.
- Guo, C. - Xin, L. - Dong, Y. - Zhang, X. - Wang, X. - Fu, H. - Wang, Y. (2018):* Dielectric properties of yogurt for online monitoring of fermentation process. Food and Bioprocess Technology. 11(5). 1096-1100.
- Guo, W. - Zhu, X. - Liu, H. - Yue, R. - Wang, S. (2010):* Effects of milk concentration and freshness on microwave dielectric properties. Journal of Food Engineering. 99(3). 344-350.
- Höchtel, P. - Boresch, S. - Steinhauser, O. (2000):* Dielectric properties of glucose and maltose solutions. The Journal of Chemical Physics. 112(22). 9810-9821.
- Komarov, V. - Wang, S. - Tang, J. (2005):* Permittivity and measurements. In: Encyclopedia of RF and Microwave Engineering. John Wiley & Sons. 3693-3711.
- Kubiš, I. - Křivánek, I. - Gajdůšek, S. (2001):* The relationships between the chemical, dielectric and sensory properties of Edam cheese during ripening. Czech Journal of Food Sciences. 19(3). 85-89.
- Liu, Q. - Guo, W. - Zhu, X. (2018):* Effect of lactose content on dielectric properties of whole milk and skim milk. International Journal of Food Science and Technology. 53(9). 1-8.
- Maenhout, G. - Santorelli, A. - Porter, E. - Ocket, I. - Markovic, T. - Nauwelaers, B. (2019):* Effect of dehydration on dielectric measurements of biological tissue as function



of time. IEEE Journal of Electromagnetics, RF and Microwaves in Medicine and Biology. 4(3). 200-207.

*Munoz, I. - Gou, P. - Picouet, P.A. - Barlabé, A. - Felipe, X. (2017): Dielectric properties of milk during ultra-heat treatment. Journal of Food Engineering. 219. 137-146.*

*Nelson, S.O. (2010): Fundamentals of dielectric properties measurements and agricultural applications. Journal of Microwave Power and Electromagnetic Energy. 44(2). 98-113.*

*Nelson, S.O. - Trabelsi, S. (2012): Factors influencing the dielectric properties of agricultural and food products. The Journal of Microwave Power and Electromagnetic Energy. 46(2). 93-107.*

*Nelson, S.O. - Trabelsi, S. (2014): Dielectric properties of agricultural products – fundamental principles, influencing factors, and measurement techniques. In: Awuah, Ramaswamy and Tang eds. Radio-Frequency Heating in Food Processing: Principles and Applications Vol.4., CRC Press. 44-48.*

*Ngai, K.L. - Grzybowska, K. - Grzybowski, A. - Kamińska, E. - Kaminski, K. - Paluch, M. - Capaccioli, S. (2008): Recent advances in fundamental understanding of glass transition. Journal of Non-Crystalline Solids. 354(47). 5085-5088.*

*Nunes, A. - Bohigas, X. - Tejada, J. (2006): Dielectric study of milk for frequencies between 1 and 20 GHz. Journal of Food Engineering. 76(2). 250-255.*

*Olmi, R. - Meriakri, V.V. - Ignesti, A. - Priori, S. - Riminesi, C. (2007): Monitoring alcoholic fermentation by microwave dielectric spectroscopy. The Journal of Microwave Power and Electromagnetic Energy. 41(3). 37-49.*

*Penfold, R. - Warwicker, J. - Jönsson, B. (1998): Electrostatic models for calcium binding proteins. Journal of Physical Chemistry B. 102. 8599-8610.*

*Skierucha, W. - Wilczek, A. - Szyłowska, A. (2012): Dielectric spectroscopy in agrophysics. International Agrophysics. 26(2). 187-197.*

*Solyom, K. - Lopez, P.R. - Esquivel, P. - Lucia, A. - Vásquez-Caicedo, A.L. (2020): Effect of temperature and moisture contents on dielectric properties at 2.45 GHz of fruit and vegetable processing by-products. RSC Advances. 10(28). 16783-16790.*

*Song, X. (2002): An inhomogeneous model of protein dielectric properties: Intrinsic polarizabilities of amino acids. The Journal of Chemical Physics. 116(21). 9359-9363.*

*Şoproni, D. - Maghiar, T. - Molnar, C. - Francisc, I. - Hathazi, F.I. - Bandici, L. - Arion, M. - Krausz, A. (2008): Study of electromagnetic properties of the agricultural products. Journal of Electrical and Electronics Engineering. 1(1). 130-133.*

*Tıraş, B. - Dede, S. - Altay, F.L. (2019): Dielectric Properties of Foods. Turkish Journal of Agriculture - Food Science and Technology. 7(11). 1805-1816.*

*Velazquez, J. - Castro-Giráldez, M. - Fito, P.J. (2013): Control of the brewing process by using microwaves dielectric spectroscopy. Journal of Food Engineering. 119(3). 633-639.*

*Velazquez, J. - Castro-Giráldez, M. - Cuibus, L. - Tomas-Egea, J.A. - Socaciu, C. - Fito, P.J. (2018): Study of the cheese salting process by dielectric properties at microwave frequencies. Journal of Food Engineering. 224. 121-128.*

*Ye, R. - Harte, F. (2013): Casein maps: Effect of ethanol, pH, temperature, and CaCl<sub>2</sub> on the particle size of reconstituted casein micelles. Journal of Dairy Science. 96(2). 799–805.*

*Zhang, M. - Li, L. - Cheng, J. - Wang, J. - Ding, J. - Yuan, X. - Zhou, S. - Liu, X. (2019). Effects of moisture, temperature, and salt content on the dielectric properties of pecan kernels during microwave and radio frequency drying processes. Foods. 8(9). 385.*

*Zhou, H. X. - Pang, X. (2018). Electrostatic interactions in protein structure, folding, binding, and condensation. Chemical Reviews. 118(4). 1691-1741.*

*Zhu, X. - Guo, W. - Jia, Y. (2014). Temperature-dependent dielectric properties of raw cow's and goat's milk from 10 to 4.500 MHz relevant to radio-frequency and microwave pasteurization process. Food and Bioprocess Technology. 7(6). 1830-1839.*

*Zhu, X. - Guo, W. - Liang Z. (2015). Determination of the fat content in cow's milk based on dielectric properties. Food and Bioprocess Technology. 8(7). 1485-1494.*

*Zhu, Z. - Guo, W. (2017). Frequency, moisture content, and temperature dependent dielectric properties of potato starch related to drying with radio-frequency/microwave energy. Scientific Reports. 7(1). 9311.*

*A szerzők levélcíme – Address of the authors:*

Dobozi Réka

Szegedi Tudományegyetem

Mézőgazdasági Kar

Biológiai Rendszerek Műszaki Intézete

6725 Szeged, Moszkvai krt. 9.

e-mail: dobozireka2000@gmail.com

Jákói Zoltán

Szegedi Tudományegyetem

Mézői Kar

Biológiai Rendszerek Műszaki Intézete

6725 Szeged, Moszkvai krt. 9.

e-mail: [jakoiz@mk.u-szeged.hu](mailto:jakoiz@mk.u-szeged.hu)

Dr. Csanádi József

Szegedi Tudományegyetem

Mézői Kar

Élelmiszermérzői Intézet

6725 Szeged, Moszkvai krt. 5-7.

e-mail: [csanadi@mk.u-szeged.hu](mailto:csanadi@mk.u-szeged.hu)

Dr. Beszédes Sándor

Szegedi Tudományegyetem

Mézői Kar

Biológiai Rendszerek Műszaki Intézete

6725 Szeged, Moszkvai krt. 9.

e-mail: [beszedes@mk.u-szeged.hu](mailto:beszedes@mk.u-szeged.hu)



## THE EFFECT OF ASCORBIC ACID ON LIQUID EGG PRODUCTS

MAJD ELAYAN - ADRIENN TÓTH - MUNKHNASAN ENKHBOLD - LÁSZLÓ  
FRIEDRICH - CSABA NÉMETH

Department of Refrigeration and Livestock's Products Technology, Hungarian  
University of Agriculture and Life Sciences, Gödöllő

### INTRODUCTION

Eggs are considered the magical food that contains most of the micro and macro nutrients needed to support cell growth and replacement. With an amino acid score of 100 egg whites are known to be a good source of high-quality proteins, studies have shown that the net protein utilization value for egg white proteins, whether it is cooked or uncooked, is higher than that of both whey and soybean proteins (Matsuoka *et al*, 2017). Egg products manufacturing was started in the late 1980s due to increased consumption and demand for stable products with diverse applications. Food manufacturers used dry egg products because it's easy to handle and relatively cheap (Sharif *et al*, 2018). Ascorbic acid (vitamin C) is well known for its antioxidant properties and the ability to increase iron absorption. Fortifying food with ascorbic acid can increase antioxidant and anti-inflammatory properties. The aim of this study is to determine the effect of fortifying 4 different liquid egg products with different dosage of ascorbic acid on the product's physical and chemical properties. Ascorbic acid was added to 3 samples of 200 g of weight of 4 different products which are the following: liquid whole eggs (LWE), liquid whole egg with salt (LWES), liquid egg white (LEW), and liquid egg yolk (LEY). 3 different concentrations were added to three samples of all products with the following dosage: 1%, 2% and 3% respectively in comparison to a blank sample of the same product, then dry matter content, pH, color, and viscosity was measured. Fortifying egg products with vitamin C can affect the pH, color, and viscosity in all four liquid egg products. The importance of this research underlines the fact that a new egg product

fortified with vitamin C with a better nutritional value and functional properties can be created.

**Keywords:** Liquid whole egg, Liquid egg white, Liquid egg yolk, Vitamin C, Viscosity.

## LITERATURE REVIEW

Eggs are considered the magical food that contains most of the micro and macro nutrients needed to support cell growth and replacement, they are inexpensive sources of high-quality protein with a good content of minerals and vitamins. With an amino acid score of 100 egg whites are known to be a good source of high-quality proteins, studies have shown that the net protein utilization value for egg white proteins, whether it is cooked or uncooked, is higher than that of both whey and soybean proteins (Matsuoka *et al.*, 2017). Due to eggs' ability of providing 9 essential amino acids making them a great source of high biological value. Scientifically speaking, egg content of protein is usually used to compare the protein quality of other food (Herron & Fernandez, 2004). Egg products manufacturing was started in the late 1980s due to increased consumption and demand for stable products with diverse applications. Food manufacturers that use dry egg products because it's easy to handle and relatively cheap (Sharif *et al.*, 2018), they also prefer using liquid whole egg products because of its processing convenience if compared to fresh eggs. Food industry in Europe uses both grade "A" fresh eggs and grade "B" second quality eggs. products which fit human consumption (Rossi *et al.*, 2010). On the other hand eggs must be clean, dry, fully developed with no cracks, if there are any cracks eggs can be used in the processed products if used as soon as possible and minimal contamination from egg shells is required (Rossi *et al.*, 2010). Liquid egg products are highly sensitive to microorganisms that's why they are pasteurized before packaging to ensure its safety for human consumption (Lee *et al.*, 2001). Due to eggs thickening, emulsifying coloring and foaming abilities food industries use it in many ways such as pasta, mayonnaise, pastry and other baked foods (Kiosseoglou & Paraskevopoulou, 2006). Vitamin C (ascorbic acid), well known as one of the water-soluble vitamins and the most powerful antioxidants, was first isolated by the Hungarian biochemist and Nobel Prize winner Szent-Györgyi in 1928 (Matsuoka *et al.*, 2017). One of the most special properties of vitamin C is that it can work as both acid and base. Vitamin C is a very important vitamin in plant foods, which is found in 2 forms ascorbic

acid and dehydroascorbic acid, and characterized by its degradability in processing and food preparation. As many studies mentioned, the degradation of vitamin C is not completely understood but the impact factors are known for model solutions only (Aka *et al*, 2013).

## **MATERIALS AND METHODS**

### ***Experimental design***

4 different pasteurized liquid egg products: liquid whole eggs (LWE), liquid whole eggs salted (LWES), liquid eggs white (LEW), liquid eggs yolk (LEY) were obtained from (Capriovus Ltd., Hungary) and fortified with 0%, 1%, 2%, 3% ascorbic acid, which was added to 200 ml sample of each product respectively and dissolved completely. Then pH, viscosity, color, dry matter content measurements were done.

### ***Rheological Measurements***

A 30 ml sample was obtained from the original 200 ml of all products with different ascorbic acid concentrations (0%, 1%, 2%, 3%) to examine the rheological behavior of all products. To perform the test aMCR 92 rheometer (Anton Paar, France) in rotational mode equipped with a concentric cylinder (cup diameter 28.920 mm, bob diameter 26.651 mm, bob length 40.003 mm, active length 120.2 mm, positioning length 72.5 mm) was used. Anton Paar RheoCompass software (version 1.21.852) was used to control the equipment. The temperature of rheological measurements was kept constant at 15 °C. Shear stress was measured by increasing and decreasing shear rate between 1 and 1 000 s<sup>-1</sup> for 31 measurement points with a period of 3 s. The Herschel-Bulkley model was used to analyze the flow curves (shear rate-shear stress diagrams). This model was used to describe the rheological properties of liquid whole eggs (LWE), liquid whole eggs salted (LWES), liquid eggs white (LEW), liquid eggs yolk (LEY) at 15 °C.

## **RESULTS AND DISCUSSION**

### ***Rheological Properties***

The importance of studying rheological properties in food science is due to its ability to utilize food processing operations and sensory characteristics, it can also give a great

amount of information about the microstructure of food. knowing the rheological properties can make material handling easier in industrial manufacturers. Figure 1, 2, 3, 4 show the results of the rheological analysis obtained in this study, where samples were examined freshly. The effect of vitamin C on all products viscosity is seen clearly and parallelly with the increase of its concentration. It is known that vitamin C can decrease the pH of solution due to its ability to work as an acid which will have a direct effect on viscosity. Benoit and his colleagues found that by decreasing the pH an increase in viscosity is observed (Benoit et al, 2011).

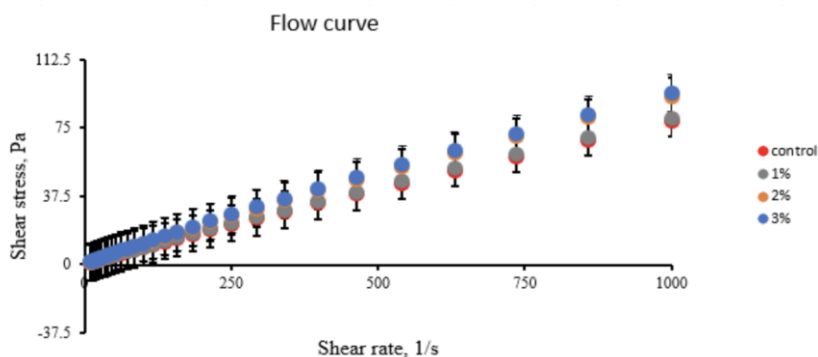


Figure 1: Effect of different concentrations of ascorbic acid (1%, 2%, 3% w/w) on liquid egg yolk viscosity in comparison to the control sample (0% of ascorbic acid).

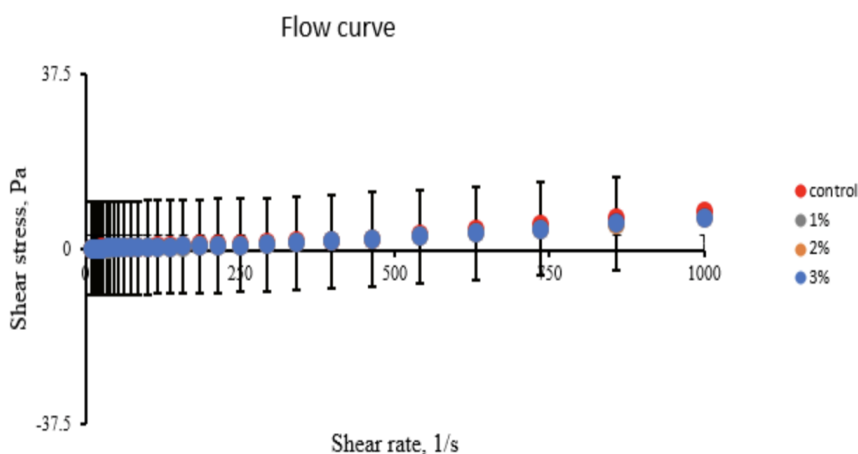


Figure 2: Effect of different concentrations of ascorbic acid (1%, 2%, 3% w/w) on Liquid egg white viscosity in comparison to the control sample (0% of ascorbic acid)

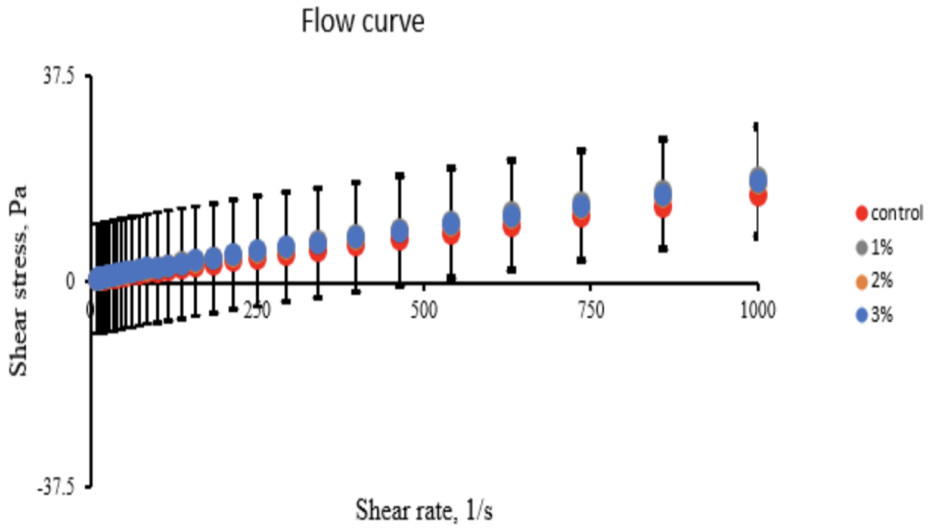


Figure3: Effect of different concentrations of ascorbic acid (1%, 2%, 3% w/w) liquid whole eggs viscosity in comparison to the control sample (0% of ascorbic acid).

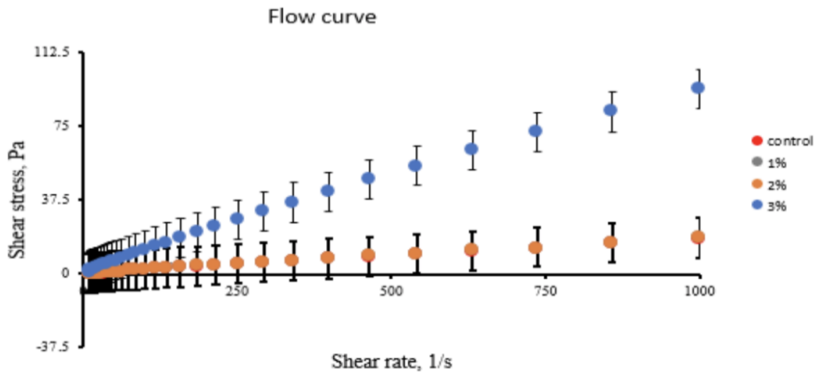


Figure 4: Effect of different concentrations of ascorbic acid (1%, 2%, 3% w/w) salted liquid whole eggs viscosity in comparison to the control sample (0% of ascorbic acid).

## CONCLUSION

Vitamin C has a positive direct relation to liquid whole egg, liquid whole egg salted, liquid egg white, and liquid egg yolk viscosity by lowering the products pH.



## REFERENCES

- Aka, J.-P., Courtois, F., Louarme, L., Nicolas, J., & Billaud, C. (2013):* Modelling the interactions between free phenols, L-ascorbic acid, apple polyphenoloxidase and oxygen during a thermal treatment. *Food Chemistry*, 138(2–3), 1289–1297.
- Herron, K. L., & Fernandez, M. L. (2004):* Are the current dietary guidelines regarding egg consumption appropriate? *The Journal of nutrition*, 134 (1), 187-190.
- Kalkani, A., Paraskevopoulou, A., & Kiosseoglou, V. (2007):* Protein interactions and filler effects in heat-set gels based on egg. *Food hydrocolloids*, 21(2), 191-197.
- L. Sheng, L. Zu, M. Ma,(2021):* Study of high pressure carbon dioxide on the physicochemical, interfacial and rheological properties of liquid whole egg, *Food Chemistry*, 337 (2021), p. 127989.
- Matsuoka R., Takahashi Y., Kimura M., Masuda Y., Kunou M (2017):* Heating has no effect on the net protein utilisation from egg whites in rats 2017;2017:5.
- M. Rossi, E. Casiraghi, L. Primavesi, C. Pompei, A. Hidalgo (2010):* Functional properties of pasteurised liquid whole egg products as affected by the hygienic quality of the raw eggs *LWT Food Sci. Technol.*, 43 (2010), pp. 436-441
- Sharif, MK, Saleem, M, Javed, K. (2018):* Role of materials science in food bioengineering. In: Grumezescu, A, Holban, A, editors. *Handbook of food bioengineering*. Cambridge: Academic Press; 2018:505–37 pp
- S.M. Benoit, M. Nor Afizah, K. Ruttarattanamongkol & S.S.H. Rizvi (2013):* Effect of pH and Temperature on the Viscosity of Texturized and Commercial Whey Protein Dispersions, *International Journal of Food Properties*, 16:2, 322-330, DOI: 10.1080/10942912.2011.552015

*A szerzők levélcíme – Address of the authors:*

Majd Elayan

Department of Refrigeration and Livestock's Products Technology,

Hungarian University of Agriculture and Life Sciences, Gödöllő

Corresponding Author:Elayan.majd10@gmail.com



## POSSIBILITIES FOR GAME MEAT PROCESSING IN HUNGARY

MUNKHNASAN ENKHBOLD<sup>1</sup>- ADRIENN TÓTH<sup>1</sup>- MAJD ELAYAN<sup>1</sup>- LÁSZLÓ  
FRIEDRICH<sup>1</sup>- JÓZSEF SURÁNYI<sup>1</sup>- ATTILA LŐRINCZ<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Department of Refrigeration and Livestock Products Technology, Hungarian  
University of Agriculture and Life Sciences, Menei st 44, H-1118 Budapest, Hungary

<sup>2</sup>VADEX Mezőföldi Erdő- és Vadgazdálkodási Zrt., Petőfi Sándor st. 275. Soponya,  
Hungary

### ABSTRACT

Game meat has been an important food for mankind since ancient times. The territory of Hungary offers an excellent hunting opportunity, so we must also place special emphasis on the processing of shot animals. Currently, relatively small amounts of game meat are processed in Hungary. In our research we would like to present what possibilities there are in the processing of game meat. We would like to present the current situation based on international and Hungarian literature sources, and we would like to give a comprehensive picture of the future possibilities.

**Keywords:** game animals, meat market, Hungary

### INTRODUCTION

Game meat is one of the main products of hunting. Any wild animal hunted for animal products, for recreation, or for trophies is considered game. The species of animals hunted as game varies in different areas of the world and by different local jurisdictions, but mammals and birds are the most common. Non-commercially captured fish are also referred to as game fish.

The meat of wild animals that live in the wild has characteristics that are different from the meat of the farm animals (*Biró 2002*). Because of their natural lifestyle, the eating habits and food quality of the game species are significantly different from farm animals and can therefore be considered as "organic product", as the "product" is created without the use of antibiotics or hormone preparations. Game meat has the highest protein content of all the meats. Game meat is fat-free, with fat levels ranging from 1% to 6% depending on the animal's age, gender, and nutritional state. It is rich in B vitamins (B1, B2, B6, B12) as well as in vitamin A and vitamin D and in minerals. Because of the higher myoglobin and blood content, it has a characteristic dark red color. It is solid, with a tough structure and it is high in polyunsaturated fatty acids. It has many taste enhancing materials, which provide a typical, pleasing flavor to the meat (*Gombos et al. 2012*). The pH ranges from 4.8 to 5.6 in the acidic zone. The presence of antibacterial inhibitors extends shelf life, resulting in slower deterioration of meat, and softening during the ripening stage, which increases its consumption value. It is commonly known that contains a higher number of germs, which is mainly the result of post-shooting therapy (*Biró 2002*).

The ecological capabilities of Hungary are particularly favorable for agricultural and food production. The production of special agricultural goods e.g. as the meat of game animals can be a real alternative for mass production. In the last years the position of Hungarian meats decreased on the national market due to several reasons e.g. free movement of products in EU market and the actions for propagating healthy alimentation often present the consumption of meat in negative meaning (*GFK 2007*). This review article basically focuses on current situation based on international and Hungarian literature sources, and we would like to give a comprehensive picture of the future possibilities.

## **GAME MEAT CONSUMPTION**

The consumption of game meats in Hungary is a smaller amount than 1kg/capita/year. Hunters and their families eat game meat oftentimes, however, the majority are not familiar with it (*GFK 2003*). The importance of the traditional culinary habits is decreasing step by step on weekdays and eating became satisfaction of requirements without formalities for a part of consumers. At identical times, they are trying to find the traditional styles of

nourishment as sources of experiences. The classification of consumers can be done in many other ways. One part of the population prefers special meals and eating out (gourmet), while others prefer semi-finished or ready-made products (e.g., fast-food). The health-conscious groups are seeking fresh and natural foodstuff as a guarantee of health or trust in high-tech-based products (*Horváth et al. 2005*).

The habits of consumers can be influenced by marketing as it was in the case of fish consumption in the last ten years. Unfortunately, nowadays people choose food, not on the nutritional value, but the price and the value of delight (color, taste, etc.) have the greatest effect (*Nagy et al. 2008*). The ingredients of several game meats were established and their importance in alimentation was confirmed by *Lugasi (2006)*. Market analysis of the rabbit meat, beef and game meats are comparable in that they are products of special niche markets, and through their health conditioning features their marketing can be placed on a common strategic basis.

Game meat can be sold by hunters to companies buying, selling, and processing food or directly to the final consumer. The latter option is referred to as a "small volume of sales", subject to the following statutory provisions: "Those hunting entities, for which the number of big games intended for harvest in a hunting year does not exceed 100 big game a year, can sell up to 100% of the big game hunting on the hunting ground, up to a maximum of 100 big game. Those hunting entities, for which the number of big game intended for harvest in a hunting year exceeds 100 animals a year, can sell 100 big game animals hunted on the hunting area during the hunting season, and 40% of the big game shot above this number. In the case of a small game, the quantitative limit is 5000 animals.

In the game processing plant, the carcasses are initially placed in the receiving pre-cooler. From the receiving pre-cooler, carcasses can be move in two ways: to the processor, or to the storage place. Pre-cooled carcasses are frozen at -30°C until they are -12°C then they are stored in storage chambers (*Bíró 2002*). The initial phase of processing is melting under regulated circumstances, as it is the critical point of production. Inadequate procedures may involve a high degree of micro-proliferation (*Bíró 2002*). Melted carcasses are placed in the skinning chamber and after the hair is taken, they get on the processing path where the cutting process begins. There is one point where small game processing essentially differs from poultry processing. A significant part of game birds comes from farms. Killing is not done by cutting, it happens by striking, choking or clubbed. The purpose of this procedure is to avoid excessive bleeding,

thus preserving the "wild nature" of the meat. The next steps (skinning, plucking, eviscerating) are the same as those of poultry processors (*Biró 2002*). If the food hygiene rules of wild game management and sale are observed, then the raw meat and the products made from the meat of Hungarian game species will remain a much sought-after commodity on European markets (*Kóhalmi et al. 1996*). Unfortunately, Hungarian game meat consumption is currently 0.4 kg/person per year (0.7-1 kg/year in the European Union), which cannot be relied on long-term commercial levels. With this value, considering other countries, we are among the last in Europe. The positive qualities of wild game-meat are recognized, however, due to the established habits and sometimes the very high consumer prices, domestic sales are 10% in Hungary, while export sales are 90% .

The product range, i.e. the finished product, moves on the widest possible scale according to the customers' needs and current market demands. The meat may be completely boned or remain treated as a bony product, in a pre-cooled or fresh state. These processes naturally affect production costs and influence output. "Due to the method and the circumstances of the killing, and a smaller proportion of recoverable bodyparts of the output of the deer is 55-70%, while that of the boar is 30-50%". (*Balsay 2013*).

The sale of shot wild animals has increased since the mid-1990s. The potential of sales has been clearly in the export market, and still there is today. In 1996, the volume of sales was 2500 tons, and by 2002 it almost reached 7000 tons. From 2002 to 2005 (10-15% per year) the amount of game-meat on the market was continuously reduced. The cheap game meat from overseas farms appeared. The decreasing demand clearly led to a decrease in prices, which, of course, influenced purchase prices as well. Berger and Csányi, based on the data from the National Wildlife Management Database, investigating the period from 2005 to 2014, found that the game sales and the resulting income increased from 16% to 26% over a decade, and are slowly reaching the income deriving from fee hunting. (*Berger et al. 2015*).

Among our export markets, there is Germany, Austria, Italy, the Benelux countries (mainly the Netherlands), Scandinavia, Switzerland, and France. 65-70% of Hungarian game meat is sold to German markets. A significant part of customers belongs to wholesale networks.

## CONCLUSION

The excellent quality of Hungarian game meat is recognized all over the world, this value must be appreciated, and the production of premium quality products must be increased. The wild animal, as a renewable source of energy, can be a widely utilized Hungarian product, which is a profitable product in the long term. Hungarian game has a lot of competition abroad but still has remained competitive due to their reliability, packaging, and high-quality parameters. The competitive advantage and the main value of Hungarian game meat are in the conditions of keeping. In Hungarian forests, wild animals grow naturally, and therefore they can be considered organic. Unfortunately, however, the previous parameters becoming less and less enforceable in prices. People need better information about game meat and about the ways of processing (recipes) and the increase of domestic consumption seems to be accessible.

## REFERENCES

- Anonymous* (2003): GFK Hungária Piackutató Intézet: Vadhúspiac az Európai Unióban. AMC, Budapest.
- Anonymous* (2007) - GFK Hungária Piackutató Intézet: Vöröshús fogyasztás. AMC, Budapest.
- Balsay M.* (2013): A vadhúsfeldolgozás Magyarországon. In. *Nagy E. – Bíró G.* (szerk.): A vadgazdálkodás időszerű kérdései. A hazai vadhús hasznosítás helyzete és távlatai konferencia. Országos Magyar Vadászkamara, Budapest. pp. 21-26.
- Berger A. – Csányi S.* (2015): „Számoljunk utána!” Magyar Vadászlap. 24. évf. 6. sz. pp. 8-11.
- Bíró G.* (2002): Élelmiszer-higiéniá. Agroinform Kiadó Kft., Budapest. 662. p.
- Gombos Z. - Herényi B.* (2012): Vadhúsvizsgálat és minősítés. Országos Magyar Vadászkamara, Budapest. 56. p.
- Horváth, Á. - Fürediné Kovács, A. - Fodor, M.* (2005): The effect of value judgements on nutrition. *The Hungarian Journal of Food*, 2, 1-2, 69-76
- Kőhalmi T. - Márkus L.* (1996): Vadászati ökonómia. Jegyzet. Soproni Egyetem, Sopron. [http://www.nyme.hu/uploads/media/jegyzet\\_vadgazd\\_okon.pdf](http://www.nyme.hu/uploads/media/jegyzet_vadgazd_okon.pdf) (letöltés: 2018. 07. 15.)

*Lugasi, A. (2006): A vadhúsok szerepe a táplálkozásban tekintettel kémiai összetételükre és egyes élelmiszer-biztonsági szempontokra. A hús, 85-90.*

*Nagy, J. - Schmidt, J. - Jávora, A. (2008): A jövő élelmiszerei és az egészség. DE ATC, CenterPrint, Debrecen.*

*A szerzők levélcíme – Address of the authors:*

Munkhnasan Enkhbold,  
Department of Refrigeration and Livestock Products Technology,  
Hungarian University of Agriculture and Life Sciences,  
Menesi st 44, H-1118 Budapest, Hungary  
Email: munkhnasan.e@gmail.com



**KRIOPROTEKTÍV ANYAGOK ALKALMAZÁSÁNAK HATÁSA  
FAGYASZTOTT-FELENGETTETT TOJÁSSÁRGÁJÁBÓL KÉSZÜLT  
MAJONÉZEK TECHNOFUNKCIÓS TULAJDONSÁGAIRA**

HIDAS KARINA ILONA<sup>1</sup> – NÉMETH CSABA<sup>2</sup> – VISY ANNA<sup>1</sup>- BARKÓ  
ANNAMÁRIA<sup>1</sup> – HORVÁTH-MEZŐFI ZSUZSANNA<sup>1</sup> – TÓTH ADRIENN<sup>1</sup> –  
NGUYEN LE PHUONG LIEN<sup>1</sup> – NYULASNÉ ZEKE ILDIKÓ<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Magyar Agrár- és Élettudományi Egyetem, Élelmiszertudományi és Technológiai  
Intézet, Állatitermék és Élelmiszertartósítási Technológia Tanszék, Budapest

<sup>2</sup>Capriovus Kft., Szigetcsép

**ÖSSZEFOGLALÁS**

A tojássárgája értékes élelmiszerösszetevő, melyet emulzióképző és színező tulajdonságainak, magas tápértékének, illetve érzékszervi tulajdonságainak köszönhet. Az ipari gyakorlatban pasztőrözéssel tartósítják, fogyaszthatósági ideje maximum néhány hét. Ez fagyasztással megnövelhető, azonban  $-6^{\circ}\text{C}$ -on gélesedés következik be. A gélesedési folyamat csökkenthető krioprotektív anyagok hozzáadásával. Kutatásunkban optimalizált koncentrációjú étkezési só és kristálycukrot tartalmazó fagyasztott-felengedett tojássárgájale mintákat készítettünk, melyeknek vizsgáltuk a reológiai és technofunkciós tulajdonságait. A tojássárgája minták hozzáadásával majonéz mintákat készítettünk, melyeket összehasonlítottuk színük és reológiai tulajdonságaik alapján. Kísérletünkben megállapítottuk, hogy a fagyasztott-felengedett tojássárgájale reológiai tulajdonságait és színét az alkalmazott krioprotektív anyagok nagymértékben befolyásolják, azonban a minták felhasználásával készült majonéz minták színe és reológiai tulajdonságai nem különböznek egymástól nagy mértékben.

**Kulcsszavak:** tojássárgájale, fagyasztás, majonéz, reológia, rotációs reométer, Back extrusion



## BEVEZETÉS ÉS IRODALMI ÁTTEKINTÉS

A tojás gyakran és sokszíniően alkalmazott élelmiszerösszetevő, amit értékes tápanyag-összetételének és funkcionális tulajdonságainak (emulzióképző, színező tulajdonságok, magas tápérték, érzékszervi tulajdonságok) köszönhet. Az ipari gyakorlatban sokszor feldolgozott tojástermékeket, például pasztőrözött tojásleveket alkalmaznak élelmiszerösszetevőként. A pasztőrözött tojássárgájale kiváló alapanyaga különböző cukrászipari termékeknek (pl. citromkrém, fagyalt, puding, crème brûlée) és szószoknak (pl. majonéz) (Cook és Briggs 1986, Uysal et al. 2019).

A tojássárgája a hőkezésre érzékeny, rövid minőségmegőrzési idővel rendelkező termék, azonban fagyasztással lassítható a mikroorganizmusok szaporodása. Azonban a tojássárgája  $-6^{\circ}\text{C}$ -on, vagy annál kisebb hőmérsékleten gélesedési folyamaton megy keresztül. Ezt a jelenséget számos kutató tanulmányozta a közelmúltban (Au et al. 2015, Primacella et al. 2018, Wang et al. 2020). A leggyakrabban azzal magyarázzák a folyamatot, hogy a fagyasztás folyamata közben nagyméretű jégkristályok keletkeznek, ennek hatására a különböző komponensek koncentrációja megnő, ami a kissűrűségű lipoproteinek felhalmozódásához vezet (Zhao et al. 2021).

A gélesedés mértékének csökkentésére és megakadályozására különböző krioprotektív anyagok használhatók. Az élelmiszerekhez adott krioprotektív anyagok megvédik az élelmiszert a fagyasztás és felengedtetés hatására bekövetkező változásoktól, például léeresztéstől és reológiai változásoktól (Maity et al. 2008). Az első gélesedésről szóló tanulmányban a szacharóz hatásosságát állapították meg (Moran 1925). Ezen kívül elterjedten alkalmazzák a konyhasót is a tojássárgájale fagyasztás hatására bekövetkező állományváltozásának csökkentésére (Lai 2016).

A fagyasztott-felengedtetett tojássárgájale felhasználhatósága szintén foglalkoztatja a kutatókat (L. Huang et al. 2016, Primacella et al. 2019). Huang és munkatársai (2016) megvizsgálták, hogy a tojássárgájale különböző időtartamú fagyasztva tárolása hogyan hat a belőle készített majonéz hőstabilitására, reológiai tulajdonságaira és szerkezetére. Kutatásuk során arra a következtetésre jutottak, hogy a tojássárgája fagyasztása és fagyasztva tárolása megváltoztatja a majonéz tulajdonságait. Megállapították, hogy az elkészített majonéz minták keményebbek, azonban hőstabilitásuk kisebb, mint a friss tojássárgája felhasználásával készült majonéz mintáé. Érzékszervi bírálattal megállapították, hogy a fagyasztott-felengedtetett tojássárgájával készült majonéz

elfogadhatósága nem rosszabb, mint a friss mintából készülté. *Primacella* és munkatársai (2019) különböző krioprotektív anyag hozzáadásával készítettek fagyasztott tojássárgáját, majd felengedetést követően ezekből majonéz mintákat állítottak elő. Kísérletükben többek között 10% koncentrációjú konyhasót, illetve szacharózt alkalmaztak. Mérési eredményeik alapján 10%-os koncentrációban alkalmazva ezek az adalékanyagok keményebb és kevésbé hőstabil majonézt eredményeznek, mint az általuk alkalmazott hidrolizált tojássárgája.

Korábbi kutatásaink során optimalizálással megállapítottuk, hogy 9% étkezési cukor vagy 6,6% étkezési só hozzáadásával érhető el a tojássárgájale fagyasztás-felengedetési hatására bekövetkező legkisebb mértékű gélesedése. Ezért ebben a kísérletben ezt a két adalékanyagot a fent említett koncentrációban alkalmaztuk, majd fagyasztás-felengedetést követően majonézt készítettünk belőle. A kísérletben összehasonlításra kerültek a tojássárgájale minták reológiai tulajdonságai a fagyasztást megelőzően és fagyasztás-felengedetést követően, illetve az elkészített majonéz minták állományát is megvizsgáltuk.

## ANYAG ÉS MÓDSZER

### *Anyagok*

A kísérlet során felhasznált alapanyag pasztőrözött tojássárgájale (pH=  $6.41 \pm 0.015$ ) volt, amelyet a Capriovus Kft. (Szigetcsép, Magyarország) biztosított. Az előállítás során a tojás feltörését követően a tojássárgáját és a tojásfehérjét elválasztották, majd a tojássárgáját homogenizálták és 600 s időtartamig 65°C-on 600 kg/h tömegárammal pasztőrözték. A terméket 4°C-ra való hűtést követően polietilén flakonokba töltötték, majd hűtve tárolták. A laboratóriumba szállítás hűtött rakterű szállítójárműben történt a gyártást követő napon.

A majonéz minták elkészítése során használt jódozatlan étkezési só, étkezési cukor, napraforgó étolaj és ételecet (10%) kereskedelmi forgalomból származtak.

### *Tojássárgájale minták elkészítése*

A kísérlet során 3 liter tojássárgájalevet használtunk fel, melyet 3 egyenlő részre osztottunk. Készítettünk egy 9% (m/m) szacharózt tartalmazó mintát, egy 6,6% (m/m)

konyhasót tartalmazó mintát, illetve 1 litert adalékanyagok nélkül vizsgáltunk. Minden elkészített minta felét PA-PE (poliamid-polietilén) tasakokba (20 µm PA + 70µm PE; AMCO Kft, Magyarország) töltöttük, majd fóliahegesztővel lezártuk. A csomagolt mintákat  $-24 \pm 1.0^\circ\text{C}$ -on tároltuk 28 napig. Tárolást követően a mintákat felengedettük ( $4^\circ\text{C}$ -on 24 óra alatt). A minták másik felét szín, pH és reológiai vizsgálatoknak vetettük alá, illetve elkészítettük az adalékanyagot nem tartalmazó mintából a kontroll majonéz mintát, melynek szintén pH-ját, színét és reológiai tulajdonságait vizsgáltuk. A minták jelölését az 1. táblázat tartalmazza.

1. táblázat: A kísérlet során elkészített tojássárgájale és majonéz minták jelölése  
Table 1: Coding of liquid egg yolk and mayonnaise samples prepared during the experiment

Minta leíró neve (1)	Tojássárgájale minta jelölése (2)	Majonéz minta jelölése (3)
adalékanyagot nem tartalmazó friss minta (4)	C	MC
adalékanyagot nem tartalmazó fagyasztott minta (5)	FC	MFC
9% szacharózt tartalmazó friss minta (6)	Sz	-
9% szacharózt tartalmazó fagyasztott minta (7)	FSz	MFSz
6,6% étkezési só tartalmazó friss minta (8)	S	-
6,6% étkezési só tartalmazó fagyasztott minta (9)	FS	MFS

(1) Descriptive name of the ample, (2) Coding of the egg yolk sample, (3) Coding of the mayonnaise sample), (4) fresh sample containing no additives, (5) frozen sample containing no additives, (6) fresh sample containing 9% sucrose, (7) frozen sample containing 9% sucrose, (8) fresh sample containing 6,6% salt, (9) frozen sample containing 6,6% salt

### **Majonéz minták készítése**

Az 1. táblázatban jelölt C, FC, FSz és FS jelű tojássárgájale minták felhasználásával Huang és munkatársainak (2016) módszerének módosításával majonéz mintákat

készítettünk. A tojássárgájalevet és az étolajat a vizsgálatok előtt 4°C-ra temperáltuk. A 200 g tömegű C és FS minta elkészítéséhez 143 g tojássárgájalevet, 2,4 g étkezési sót és 4,6 g cukrot 4 percen keresztül kevertük kézi mixerrel (Hand Blender set, 600W, SilverCrest, Cseh Köztársaság, Prága). Eközben egy mérőhenger segítségével egyenletesen hozzáadtuk a keverékhez az étolajat. Ezt követően további 1 percig tartó keverés közben az ételecetet adagoltuk a majonéz mintákhoz. Az Sz és S jelű minták esetében a receptet úgy módosítottuk, hogy a majonéz összetevői azonosak legyenek a fent bemutatott receptben szereplőkkel.

### ***A pH és a szín mérése***

A tojássárgájale és a majonéz minták pH-jának mérését 4°C-os hőmérsékleten végeztük digitális pH mérő (206-pH2, Testo SE & Co. KGaA, Titisee-Neustadt, Németország) segítségével. Minden minta esetén 3 párhuzamos mérést végeztünk.

A tojássárgájale és a majonéz minták színének méréséhez Konica-Minolta CR-400 típusú tristimulusos színmérő készüléket (Konica Minolta Sensing Inc., Osaka, Japán) használtunk. Vizsgálatunkban összehasonlítottuk a CIELAB tristimulusos színíngertérben értelmezett L\*, a\* és b\* színtényezőket. Az L\* a világossági tényező, az a\* a vörös/zöld színtényező (pozitív előjel esetén vörös színezet, negatív előjel esetén zöld színezet), a b\* pedig a sárga/kék színtényező (pozitív előjel esetén sárga színezet, negatív előjel esetén kék színezet). Minden minta esetén 5 párhuzamos mérést végeztünk.

### ***A tojássárgájale minták reológiai tulajdonságainak vizsgálata***

A fagyasztott és felengedtetett tojássárgájalevek reológiai tulajdonságainak vizsgálatát az Anton Paar MCR 92 (Anton Paar, Les Ulis, Franciaország) típusú reométerrel végeztük. A mérések során a berendezést rotációs üzemmódban üzemeltettük (CC 27-es koncentrikus henger mérőfejjel és a C-CC27/T200/XL/SS mérőhengerrel). A berendezést az Anton Paar RheoCompass™ szoftverrel vezéreltük. A mérések során a nyírási sebességet a gyorsuló szakaszban 10–1000 1/s, a lassuló szakaszban pedig 1000–10 1/s között változtattuk, és rögzítettük a látszólagos viszkozitást, illetve a nyírófeszültséget. A méréseket 20°C-os hőmérsékleten végeztük. Minden minta esetén 3 párhuzamos mérést végeztünk.

A minták reológiai tulajdonságait a Herschel-Bulkley modell segítségével hasonlítottuk össze. A folyásgörbékre (nyírósebesség-nyírófeszültség diagram) Herschel-Bulkley modellt [1] illesztettünk az Excel Solver segítségével. Minimalizáltuk a mért és számolt nyírófeszültség adatpontok különbségének négyzetének az összegét. Változtatható értékeként a  $\tau_0$ , K és n paramétereket adtuk meg.

$$\tau = \tau_0 + K \left( \frac{d\gamma}{dt} \right)^n \quad [1]$$

Ahol  $\tau$ : nyírófeszültség [Pa],  $\tau_0$ : folyáshatár [Pa], K: konzisztencia koefficiens [ $\text{Pa}\cdot\text{s}^n$ ],  $d\gamma/dt$ : nyírási sebesség (deformáció sebesség) [1/s], n: folyásindex (dimenzió nélküli).

### ***A majonéz minták reológiai tulajdonságainak vizsgálata***

A majonéz minták reológiai tulajdonságainak vizsgálatát TA.XT Plus állománymérő készülékkel (Stable Micro Systems Ltd., Surrey, UK) „back extrusion” rendszerrel végeztük Wang és munkatársainak (2020) módszere alapján (Wang et al. 2020). A műszer vezérlését és az adatok kiértékelését a Texture Exponent 32 szoftver segítségével hajtottuk végre. A mérő felülethez tartozó henger alakú mintatartót ( $d = 50$  mm) üresen a mérési pozícióba helyeztük és a kompressziós mérőfejet ( $d = 35$  mm) a mintatartó fölé pozicionáltuk. Ezt követően kalibráltuk a mérőfej magasságát 65 mm-re. A mintatartót megtöltöttük 80 ml térfogatú 4°C-ra temperált mérendő mintával (80 ml), majd elindítottuk a mérést 15 mm behatolási mélység és 1 mm/s állandó sebesség mellett. A behatolási mélység elérését követően a mérőfej visszatért a kiinduló helyzetébe.

A kiértékelés során a felvett erő-idő diagramon meghatároztuk a minta szilárdságát a maximális behatolási mélységnél felvett maximális erő értékeként, illetve a kohéziót a visszafelé haladás közben mért maximális erő értékeként. Minden minta esetén 5 párhuzamos mérést végeztünk.

### ***Statisztikai vizsgálat***

A statisztikai vizsgálatot IBM Statistics 24 szoftverrel végeztük 5%-os szignifikancia szinten ( $p < 0.05$ ). A hibatagok normalitását Shapiro-Wilk teszttel ellenőriztük. A szóráshomogenitást Levene's teszttel ellenőriztük. A statisztikai analízist egytényezős ANOVA segítségével hajtottuk végre. Amennyiben az ANOVA szignifikánsnak bizonyult, a különböző csoportok elkülönítésére a szóráshomogenitás feltételének

teljesülése esetében Tukey HSD tesztet, a szóráshomogenitás sérülése esetében Games-Howell tesztet végeztünk.

## EREDMÉNYEK ÉS KÖVETKEZTETÉSEK

### *A tojássárgájale minták esetében bekövetkező változások*

A friss, kezeletlen tojássárgájale minta pH értéke 6,42 (2. táblázat). Ez az érték magasabb, mint a friss tojássárgájale esetében, amelynek pH-ja 6,0 körüli. A feldolgozott tojássárgájale esetében azonban a pH növekedése tapasztalható (Mine 2008). A 2. táblázatban látható, hogy a só hozzáadásával a pH kismértékben csökkent, azonban ez nem okozott szignifikáns különbséget a C és S jelű minták között. A 28 napig tartó fagyasztva tárolás és a felengedtetés hatására azonban mind az adalékanyagot nem tartalmazó, mind az adalékanyagot tartalmazó minták pH-ja növekedett, azonban csak az adalékanyagot nem tartalmazó minta esetében bizonyult szignifikánsnak a különbség a friss és a fagyasztott-felengedtetett minta között (C és FC jelű minták). A pH növekedése a fagyasztás során természetes folyamat, melyet Huang és munkatársai (1997) is megfigyeltek (Huang et al. 1997).

2. táblázat: A friss és fagyasztott tojássárgájale minták pH és színtényező értékei

Table 2: pH and colour of fresh and frozen-thawed liquid egg yolk samples

Minta (1)	pH		L*		a*		b*	
	Átlag (2)	Szórás (3)	Átlag (2)	Szórás (3)	Átlag (2)	Szórás (3)	Átlag (2)	Szórás (3)
C	6,42 <sup>ab</sup>	0,02	67,00 <sup>e</sup>	0,34	11,94 <sup>e</sup>	0,06	55,70 <sup>d</sup>	0,18
FC	6,63 <sup>c</sup>	0,06	75,64 <sup>f</sup>	0,31	8,56 <sup>c</sup>	0,18	53,07 <sup>cd</sup>	0,23
FS	6,47 <sup>abc</sup>	0,15	53,62 <sup>b</sup>	0,30	4,87 <sup>a</sup>	0,07	36,83 <sup>b</sup>	0,97
FSz	6,57 <sup>bc</sup>	0,06	62,81 <sup>d</sup>	0,35	9,06 <sup>c</sup>	0,15	51,06 <sup>c</sup>	2,03
S	6,34 <sup>a</sup>	0,02	47,01 <sup>a</sup>	0,48	7,43 <sup>b</sup>	0,71	29,59 <sup>a</sup>	1,85
Sz	6,43 <sup>ab</sup>	0,02	61,53 <sup>c</sup>	0,84	10,95 <sup>d</sup>	0,36	50,27 <sup>c</sup>	2,58

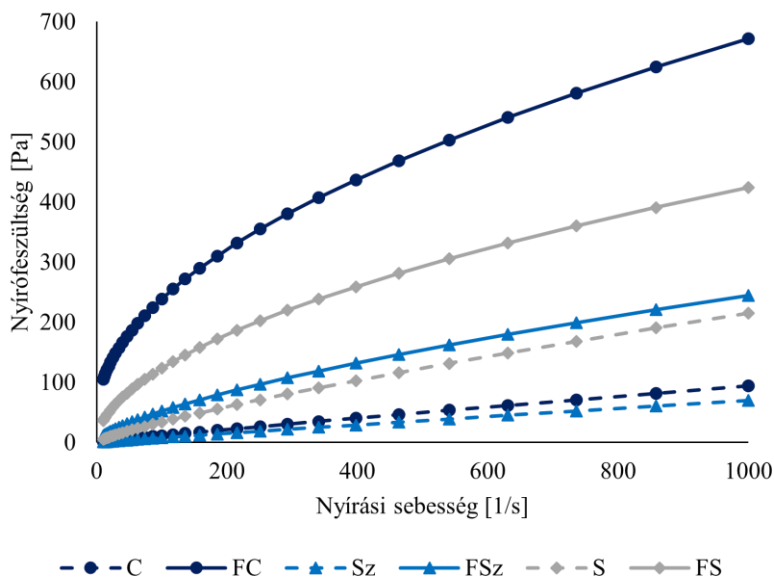
a minták kódolását az 1. táblázat mutatja be, a különböző kis betűk szignifikánsan eltérő értékeket jeleznek

(1) Sample, (2) Mean, (3) Standard deviation; sample coding is shown in table 1., different lower case letters show significant difference

A tojássárgájale minták szintényezőinek változását szintén a 2. táblázat szemlélteti. Látható, hogy az S és Sz jelű minták kisebb L\* értékekkel rendelkeztek, mint a C jelű minta. A legsötétebbnek a söt tartalmazó minta bizonyult. A fagyasztás-felengedetetés folyamatát követően a minták színe minden esetben szignifikáns változáson ment keresztül, színük világosodott. A vörös-zöld színezeti tényezők a tojássárgájale minták esetében a pozitív tartományban helyezkednek el, enyhe vörös színezet jellemzi őket. A só, illetve a cukor hozzáadásával az a\* értékek csökkentek, kevésbé vörös színezet jellemzi őket. A fagyasztva tárolás és felengedetetés után a minták a\* értékei szintén minden minta esetében csökkentek. A sárga-kék színezeti tényező értéke a só és a cukor hozzáadásával szignifikánsan megváltozott, az értékek csökkentek. A fagyasztás-felengedetetés hatására azonban a minták sárga színezete az adalékanyagot tartalmazó minták esetében erősödött.

A tojássárgájale minták folyásgörbéit az 1. ábra mutatja be. A minták folyásgörbéi alapján elmondható, hogy a vizsgált tojássárgájalevek Nem-newtoni folyadékok. Ezen belül a pszeudoplasztikus anyagok közé tartoznak, melyekre jellemző, hogy a folyásgöbre konvex, érintője csökken. A növekvő nyírófeszültség értékeknél a viszkozitás értéke csökken. Ez azzal magyarázható, hogy a molekulák között csökken a kölcsönhatás a növekvő nyírósebesség értékek hatására (Steffe 1992). A minták pszeudoplasztikus reológiai viselkedését a 3. táblázatban szereplő n értékek is megerősítik, ugyanis erre a viselkedésre a  $0 < n < 1$  értékek jellemzők. Az 1. ábrán jól látható, hogy a C mintához képest az Sz jelű mintában a cukor hozzáadásának hatására egy enyhe nyírófeszültség csökkenés következik be, amely egyben a látszólagos viszkozitás csökkenését is jelenti. Ezzel szemben az S jelű mintában nagyobb nyírófeszültség értékeket mértünk, amely nagyobb látszólagos viszkozitásra is utal. Ez a tendencia a 3. táblázatban szereplő K értékek esetében is tükröződik, amelyek szignifikánsan különböznek egymástól. Primacella és munkatársai (2018) is megállapították, hogy a friss tojássárgájához adott cukor csökkenti a viszkozitást, míg a só növeli. Ennek hátterében az áll, hogy a két alkalmazott krioprotektor hatásmechanizmusa nagyon különböző. A só hozzáadásának hatására bekövetkezik a fehérjék disszociációja, a fehérje konformáció megváltozik, amely a viszkozitás növekedését eredményezi (Primacella et al. 2018). A cukrokat általában stabilizátorként használják, hogy megvédjék a fehérjéket a liofilizálás és a fagyasztva tárolás során bekövetkező bomlástól. Egyes kutatások szerint a cukrok a fehérje felszínének meghatározott helyein hidrogénkötéseket hoznak létre, és így

helyettesítik a víz stabilizáló funkcióját, amely a fagyás által kiváltott kiszáradás során elveszik (Wang et al. 2009). A fagyasztás-felengedtetést követően az adalékanyagot nem tartalmazó minta nyírófeszültség értékei nagymértékben megnövekedtek, a minta viszkozitása nagymértékben nőtt. Emellett fontos megemlíteni, hogy a folyásgörbe kezdeti értéke ebben nem 0 Pa, hanem megjelent egy folyáshatár. Ezt a 3. táblázatban látható  $\tau_0$  érték is megmutatja. A folyáshatár jelenléte azt jelenti, hogy a folyás mindaddig nem jön létre, amíg a nyíróerő nem haladja meg az adott értéket (Steffe 1992). Ez azt mutatja meg, hogy az adalékanyagot nem tartalmazó FC jelű minta géles állományúvá vált. Az FS és FSz jelű mintákra azonban nem jellemző a folyáshatár. Nyírófeszültség értékeik és látszólagos viszkozitásuk nagyobbak, mint a friss mintáké, azonban kisebbek, mint az FC jelű mintáé.



1. ábra: A friss és a fagyasztott-felengedtetett tojássárgájale minták folyásgörbéi (a jelmagyarozatot az 1. táblázat tartalmazza)

Figure 1: Flow curve of the fresh and frozen-thawed liquid egg yolk samples (coding is shown in table 1.)



3. táblázat: A friss és fagyasztott-felengedett tojássárgájale minták reológiai tulajdonságai, a Herschel-Bulkley modell paramétere

Table 3: Rheological properties of fresh and frozen.thawed liquid egg yolk samples, parameters of the Herschel-Bulkley model

Minta (1)	$\tau_0$		K		n	
	Átlag (2)	Szórás (3)	Átlag (2)	Szórás (3)	Átlag (2)	Szórás (3)
C	0,00	0,00	0,16 <sup>b</sup>	0,01	0,92 <sup>d</sup>	0,00
FC	45,00	4,76	18,59 <sup>f</sup>	1,36	0,51 <sup>a</sup>	0,00
FS	0,00	0,00	10,53 <sup>e</sup>	1,68	0,54 <sup>a</sup>	0,02
FSz	0,00	0,00	2,37 <sup>d</sup>	0,11	0,67 <sup>b</sup>	0,00
S	0,00	0,00	0,85 <sup>c</sup>	0,01	0,80 <sup>c</sup>	0,00
Sz	0,00	0,00	0,10 <sup>a</sup>	0,00	0,95 <sup>e</sup>	0,00

a minták kódolását az 1. táblázat mutatja be, a különböző kis betűk szignifikánsan eltérő értékeket jeleznek

(1) Sample, (2) Mean, (3) Standard deviation; sample coding is shown in table 1., different lower case letters show significant difference

#### ***A majonéz minták esetében bekövetkező változások***

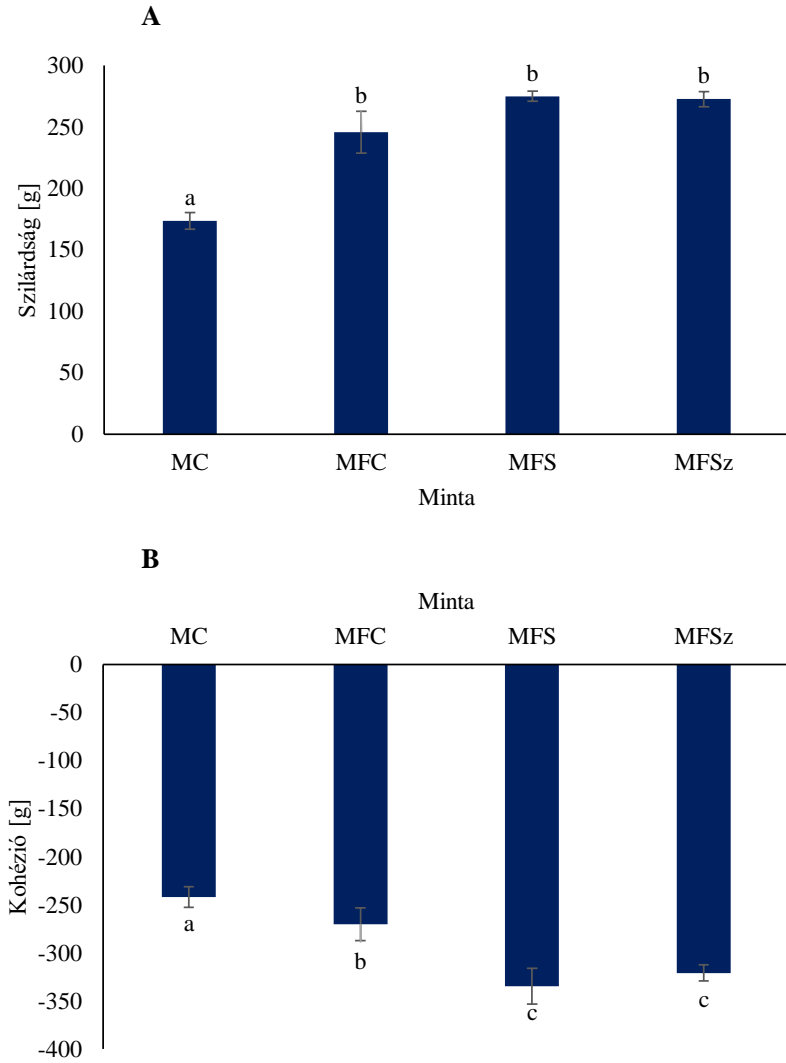
A friss és fagyasztott-felengedett tojássárgájale mintákból készített majonéz minták színtényezőit a 4. táblázat mutatja be. Látható, hogy a minták  $L^*$  értékei nagyon hasonlóak, értékük 89,17 és 91,92 között változik. A kis szórás érték miatt a statisztikai vizsgálat alapján az értékek egymástól szignifikánsan eltérnek, azonban ez a különbség nem mondható jelentősnek. A vörös-zöld színezeti tényezők értékei a negatív tartományban találhatók, azonban csak nagyon halvány zöld színezetről beszélhetünk a majonéz minták esetében. Az  $a^*$  értékek között látható változás sem számottevő. A  $b^*$  értékek 30,27 és 32,92 között mozogtak a vizsgálat során. Ez alapján a minták egyértelműen sárga színezetűek. Nagymértékű változás egyik esetben sem volt megfigyelhető.

4. táblázat: Az friss és fagyasztott-felengedett tojássárgájale minták felhasználásával készített majonéz minták CIELab színtényezői

Table 4: Colour of the mayonnaise samples prepared from fresh and frozen-thawed liquid egg yolk samples

Minta	L*		a*		b*	
	Átlag	Szórás	Átlag	Szórás	Átlag	Szórás
MC	89,17 <sup>a</sup>	0,41	-0,02 <sup>c</sup>	0,02	30,27 <sup>a</sup>	0,45
MFC	90,26 <sup>b</sup>	0,55	-0,70 <sup>b</sup>	0,18	32,92 <sup>c</sup>	1,04
MFS	91,05 <sup>c</sup>	0,10	-1,13 <sup>a</sup>	0,18	31,43 <sup>b</sup>	0,13
MFSz	91,92 <sup>d</sup>	0,18	-0,88 <sup>b</sup>	0,07	30,69 <sup>ab</sup>	0,29

A 2. ábra mutatja be a majonéz minták „Back extrusion” vizsgálatának eredményeit. A szilárdság értékek alapján elmondható, hogy az MC jelű minta kevésbé szilárd, mint a fagyasztott-felengedett tojássárgájaleből készült minták. Azonban a fagyasztáson átesett tojásleből készült majonéz minták (MFC, MFS és MFSz) között a statisztikai analízis nem talált különbséget. A kohézió értékeknél azonban nemcsak az MC jelű majonéz minta tér el a fagyasztott-felengedett tojássárgájából készült majonézektől. Az adalékanyagot tartalmazó tojássárgájából készült majonéz minták (MFS és MFSz) kohéziója is szignifikánsan különbözik a fagyasztott-felengedett, azonban adalékanyagot nem tartalmazó mintáétól (MFC). *Huang* és munkatársai (2016) azt tapasztálták, hogy a 3 hónapig fagyasztva tárolt tojássárgájából készült majonéz minta keménysége nagyobb, mint a friss tojássárgája felhasználásával készülté (*Huang* et al. 2016). *Primacella* és munkatársainak (2019) vizsgálatában azonban a 10% sót és 10% cukrot tartalmazó minták keménység értékei nem különböztek szignifikánsan a friss tojássárgájából készült mintáétól (*Primacella* et al. 2019). Azonban a különböző receptúra és reológiai módszer miatt az eredmények nem összehasonlíthatóak.



2. ábra: A majonéz minták reológiai vizsgálatának eredményei (a minták kódolását az 1. táblázat mutatja be, a különböző kis betűk szignifikánsan eltérő értékeket jeleznek)

Figure 2: Results of the rheological analysis of mayonnaise samples (coding is shown in table 1., different lower case letters show significant difference)

## ÖSSZEFOGLALÁS

Kutatásunkban megállapítottuk, hogy a 28 napig tartó fagyasztva tárolás és az azt követő felengedés hatására a tojássárgájale pH-ja és színe szignifikáns változasan megy keresztül. A minták pH-ja fagyasztást követően nőtt és világosabbá váltak. A reológiai tulajdonságokban bekövetkező változások még meghatározóbbak voltak, ugyanis a krioprotektorként alkalmazott anyagok megakadályozták a tojássárgájale gélesedését. Azonban a fagyasztott-felengedett tojássárgájale mintákból készített majonéz minták színük és állományuk alapján nem különböztek egymástól nagy mértékben. A szilárdságukban nem volt szignifikáns különbség, míg a kohézió az adalékanyagot tartalmazó minták esetében bizonyult nagyobbak. A következő vizsgálatunkban a minták érzékszervi bírálatát és hőstabilitásának vizsgálatát végezzük el.

## KÖSZÖNETNYILVÁNÍTÁS

„AZ INNOVÁCIÓS ÉS TECHNOLÓGIAI MINISZTERIUM ÚNKP-21-3. KÓDSZÁMÚ ÚJ NEMZETI KIVÁLÓSÁG PROGRAMJÁNAK A NEMZETI KUTATÁSI, FEJLESZTÉSI ÉS INNOVÁCIÓS ALAPBÓL FINANSZÍROZOTT SZAKMAI TÁMOGATÁSÁVAL KÉSZÜLT.”



A szerzők köszönetet mondanak a Magyar Agrár- és Élettudományi Egyetem Élelmiszertudományi Doktori Iskolájának támogatásért. Ezen kívül köszönettel tartozunk az Élelmiszertudományi és Technológiai Intézet és a Capriovus Kft. munkatársainak.

A kutatást a Magyar Agrár- és Élettudományi Egyetem - az Innovációs és Technológiai Minisztérium által finanszírozott - TKP2020-NKA-16 Tématerületi Kiválósági Programja támogatta.

---

## THE EFFECT OF CRYOPROTECTIVE AGENTS ON THE TECHNOFUNCTIONAL PROPERTIES OF MAYONNAISE PREPARED USING FROZEN-THAWED EGG YOLK

### ABSTRACT

Egg yolk is a valuable food ingredient due to its emulsifying and colouring properties, high nutritional value, and sensory properties. In industrial practice, egg yolk is preserved by pasteurization and the prepared product has a shelf life of a few weeks. This can be increased by freezing, but an irreversible texture change occurs at  $-6^{\circ}\text{C}$ . The gelation process can be reduced by adding cryoprotective agents. In our research, frozen-thawed liquid egg yolk samples containing optimized concentrations of NaCl, and sucrose were prepared. The rheological and techno-functional properties of the samples were investigated. We prepared mayonnaise samples using frozen-thawed egg yolk. The comparison of the different mayonnaise samples was carried out based on their colour, and rheological properties. In our experiment, we found that the colour and rheological properties of frozen-thawed egg yolk is greatly influenced by the cryoprotective agents. However, the colour and rheological properties of the mayonnaise samples prepared using the egg yolk samples do not differ greatly.

**Keywords:** liquid egg yolk, freezing, mayonnaise, rheology, rotary rheometer, Back extrusion

### IRODALOM

Au, C. – Acevedo, N. C. – Horner, H. T. – Wang, T. (2015). Determination of the Gelation Mechanism of Freeze–Thawed Hen Egg Yolk. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 63(46), 10170–10180. <https://doi.org/10.1021/acs.jafc.5b04109>

Cook, F. – Briggs, G. M. (1986). The Nutritive Value of Egg. In W. J. Stadelman & O. J. Cotterill (Eds.), *Egg Science and Technology* (pp. 141-164.). Food Products Press.

Huang, L. – Wang, T. – Han, Z. – Meng, Y. – Lu, X. (2016). Effect of egg yolk freezing on properties of mayonnaise. *Food Hydrocolloids*, 56, 311–317. <https://doi.org/10.1016/j.foodhyd.2015.12.027>

- Huang, S. – Herald, T. – Mueller, D. (1997). Effect of electron beam irradiation on physical, physiochemical, and functional properties of liquid egg yolk during frozen storage. *Poultry Science*, 76(11), 1607–1615. <https://doi.org/10.1093/ps/76.11.1607>
- Lai, L.-S. (2016). Quality and Safety of Frozen Eggs and Egg Products. In D.-W. Sun, *Handbook of Frozen Food Processing and Packaging* (pp. 529–548). CRC Press.
- Maity, T. – Saxena, A. – Raju, P. S. (2018). Use of hydrocolloids as cryoprotectant for frozen foods. *Critical reviews in food science and nutrition*, 58(3), 420-435.
- Mine, Y. (2008). *Egg Bioscience and Biotechnology*. John Wiley & Sons.
- Moran, T. (1925). The effect of low temperature on hens' eggs. *Proceedings of the Royal Society of London. Series B, Containing Papers of a Biological Character*, 98(691), 436–456.
- Primacella, M. – Fei, T. – Acevedo, N. – Wang, T. (2018). Effect of food additives on egg yolk gelation induced by freezing. *Food Chemistry*, 263, 142–150. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2018.04.071>
- Primacella, M. – Wang, T. – Acevedo, N. C. (2019). Characterization of mayonnaise properties prepared using frozen-thawed egg yolk treated with hydrolyzed egg yolk proteins as anti-gelator. *Food Hydrocolloids*, 96, 529–536. <https://doi.org/10.1016/j.foodhyd.2019.06.008>
- Steffe, J. F. (1992). *Rheological methods in food process engineering*. Freeman Press.
- Uysal, R. S. – Sumnu, G. – Boyaci, I. H. (2019). Effects of heat-treated liquid whole egg on cake batter rheology and the quality of baked cake. *Journal of Food Process Engineering*, 42(2), e12977. <https://doi.org/10.1111/jfpe.12977>
- Wang, B. – Tchessalov, S. – Warne, N. W. – Pikal, M. J. (2009). Impact of sucrose level on storage stability of proteins in freeze-dried solids: I. correlation of protein–sugar interaction with native structure preservation. *Journal of Pharmaceutical Sciences*, 98(9), 3131–3144. <https://doi.org/10.1002/jps.21621>
- Wang, R. – Ma, Y. – Ma, Z. – Du, Q. – Zhao, Y. – Chi, Y. (2020). Changes in gelation, aggregation and intermolecular forces in frozen-thawed egg yolks during freezing. *Food Hydrocolloids*, 108, 105947. <https://doi.org/10.1016/j.foodhyd.2020.105947>
- Zhao, Y. – Feng, F. – Yang, Y. – Xiong, C. – Xu, M. – Tu, Y. (2021). Gelation behavior of egg yolk under physical and chemical induction: A review. *Food Chemistry*, 355, 129569. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2021.129569>

*A szerző levélcíme – Address of the author:*

Hidas Karina Ilona – Visy Anna – Barkó Annamária – Horváth-Mezőfi Zsuzsanna – Tóth Adrienn – Lien Le Phuong Nguyen – Nyulasné Zeke Ildikó

Magyar Agrár- és Élettudományi Egyetem, Élelmiszertudományi és Technológiai Intézet,  
Állatiermék és Élelmiszertartósítási Technológia Tanszék

1118 Budapest, Ménesi út 43-45.

*E-mail címek:*

hidaskarina@gmail.com

v.anna9311@gmail.com

annamariabarko@gmail.com

horvath-mezofi.zsuzsanna@uni-mate.hu

toth.adrienn@uni-mate.hu

nguyen.le.phuong.lien@uni-mate.hu

nyulasne.zeke.ildiko.csilla@uni-mate.hu



## 1-MCP-VEL TÖRTÉNŐ ÉRÉSGÁTLÓ KEZELÉS HATÁSA KÜLÖNBÖZŐ ÉRETTSÉGI ÁLLAPOTÚ PARADICSOM MINŐSÉGÉRE

HORVÁTH-MEZŐFI ZSUZSANNA – SZABÓ GERGŐ – GÖB MÓNICA – BÁTOR  
EMESE – NGUYEN LE PHUONG LIEN – VISY ANNA – HIDAS KARINA –  
NAGY ZSÓFIA – HITKA GÉZA – ZSOM TAMÁS

Magyar Agrár- és Élettudományi Egyetem  
Élelmiszertudományi és Technológiai Intézet  
Gödöllő

### ÖSSZEFOGLALÁS

A friss zöldségek között világviszonylatban a legnagyobb jelentőséggel az étkezési paradicsom bír. Az etilén kulcsszerepet játszik az éréssel kapcsolatos olyan folyamatok elindításában és felgyorsításában, amelyeket különböző minőségi változásokként (pl. szín, keménység, savasság és íz) érzékelünk a paradicsomban (Mir et al., 2004). A paradicsomnak - sok más klimakterikus gyümölcsrel ellentétben - állandó etilénhatásra van szüksége az érés előrehaladásához. Ezek fényében lehetőség van olyan növekedésszabályozók alkalmazására, amelyek megakadályozzák az etilén kötődését az érés különböző szakaszaiban (Mir et al., 2004). A SmartFresh™ technológia aktív hatóanyaga az 1-metilciklopropén (1-MCP). Az 1-metilciklopropén egy etilén-hatást gátló anyag, amelyet a betakarítás után számos gyümölcsnél az érés késleltetésére használnak. Brandt (2007) vizsgálatai során szoros korrelációt fedezett fel a paradicsombogyó színe és érettsége között. Jelen munkánk célja az volt, hogy megvizsgáljuk az 1-MCP érésgátló szer hatását különböző érettségi stádiumú paradicsomok utóérési folyamatára, a paradicsombogyó külső színének nyomon követésével. A vizsgálatokat Pitenza F1 fajtájú paradicsomokon végeztük, melyeket a színük alapján 6 különböző érettségi csoportba soroltunk a CTIFL paradicsomra vonatkozó színskála szerint. Ezt követően a minták fele (csoportonként 20-20 db)



SmartFresh™ /SF/ (1-MCP) 12 órás érésգátló kezelésen esett át, kivéve az élénk piros (F) csoportot, melybe teljesen érett paradicsomokat válogattunk össze abszolút kontroll csoportként. A kezelés 15°C-on történt, 625 ppb 1-MCP koncentráció mellett. A kezelést követően 14 napig követtük nyomon a minták színváltozását a CIELab színrendszer alapján. A színmérés eredményeit tekintve jól látható, hogy az összes érettségi csoportban, az 5.-7. naptól, szignifikáns különbség figyelhető meg a kontroll és a SmartFresh™-kezelt paradicsomok színe között. A kezelés a zöldérett és a tört színű paradicsomok esetében volt a leghatékonyabb, ennél a két csoportnál az érésգátlóval kezelt minták színe gyakorlatilag nem változott a 14. nap végére, míg a kontroll minták színe megközelítette a teljesen érett minták színét. Összességében tehát levonható az a következtetés, hogy a SmartFresh™ kezelés annál hatékonyabb, minél korábbi érettségi állapotban lévő paradicsomon alkalmazzuk.

**Kulcsszavak:** SmartFresh™, érésգátlás, paradicsom, 1-MCP

## BEVEZETÉS ÉS IRODALMI ÁTTEKINTÉS

A friss zöldségek között világviszonylatban a legnagyobb jelentőséggel az étkezési paradicsom bír. A termőterület nagysága, valamint a megtermelt mennyiség is folyamatosan nő, a 2019-es évben 5 millió hektáron 180,7 millió tonna (FAO, 2021) volt a világtermelés.

A kertészeti termékek fejlődésének utolsó szakasza az érés, amely egy bonyolult biokémiai folyamatok által vezérelt minőségi változás (Papp, 2003). Érés tekintetében megkülönböztetünk utóérő és nem utóérő fajokat. Az utóérők, mint a paradicsom esetében a megfelelő fejlettségi állapotban betakarított termés, a szedést követően is fejlődik, íz-, illat- és színanyagok alakulnak ki, felépítő és lebontó folyamatok egyaránt zajlanak. (Gilingerné, 2007). Az etilén kulcsszerepet játszik az érésrel kapcsolatos olyan folyamatok elindításában és felgyorsításában, amelyeket különböző minőségi változásokként (pl. szín, keménység, savasság és íz) érzékelünk a paradicsomban (Mir et al., 2004). A paradicsom ezüstionokkal való kezelése bizonyítottan gátolja az etilén hatását és megakadályozza az érést (Hobson et al., 1984). Továbbá, ha ezüstionokat alkalmaznak az érés különböző szakaszaiban, a paradicsom érése megállítható (Tucker és Brady, 1987). Ezek az adatok arra utalnak, hogy a paradicsomnak - sok más klimakterikus gyümölcscsel ellentétben - állandó etilénhatásra van szüksége az érés előrehaladásához.

Ezek fényében lehetőség van olyan érégsgátlók alkalmazására, amelyek megakadályozzák az etilén kötődését az érés különböző szakaszaiban (*Mir et al.*, 2004).

A SmartFresh™ technológia aktív hatóanyaga az 1-metilciklopropén (1-MCP). Az 1-metilciklopropén egy etilén-hatást gátló anyag, amelyet a betakarítás után számos gyümölcsnél az érés késleltetésére használnak, hatékonyságáról a gyümölcsminőség megőrzésében paradicsom, alma, körte, szilva, avokádó és dinnye esetében már széles körben beszámoltak (*Blankenship és Dole*, 2003; *Hitka et al.*, 2014).

Az USA Környezetvédelmi Minisztériuma 2002. július 17.-től regisztrálta a terméket és engedélyezte annak alkalmazását. Az 1-MCP gáz előírásoknak megfelelő használata esetében semmiféle előnytelen mellékhatás sem volt tapasztalható az embereken, állatokon és a környezetben. A hivatal az aktív hatóanyagot (1-MCP) már hamarabb, 1999. december 8-án bejegyezte, de az akkori termék az EthylBloc™, a vágott virágok és cserepes növények frissességének megőrzésére szolgált (*Hitka et al.*, 2006).

Az 1-MCP eredményessége abban rejlik, hogy elfoglalja az etilénreceptorokat, így az etilén nem tud kötődni és érégsgyorsító hatást kiváltani. Az 1-MCP affinitása a receptorhoz körülbelül 10-szer nagyobb, mint az etiléné. Az etilénhez képest az 1-MCP sokkal alacsonyabb koncentrációban is kifejti hatását. Az 1-MCP néhány fajban az etilén bioszintézisét is befolyásolja visszacsatolásos gátláson keresztül (*Abu-Goukh*, 2013).

*Serek és munkatársai* (1995) arról számoltak be, hogy az érés kezdete előtt alkalmazott 1-MCP több napig megakadályozhatja, hogy a paradicsom reagáljon az alkalmazott etilénre. Amint azt az ezüst esetében is kimutatták (*Tucker és Brady*, 1987), az 1-MCP a paradicsom érését az érés különböző szakaszaiban megállíthatja (*Hoeberichts et al.*, 2002; *Mir et al.*, 1999; *Rohwer és Gladon*, 2001; *Wills és Ku*, 2002).

*Huber és munkatársai* (2003) Florida 47 fajtájú paradicsomot vizsgáltak és 24 órás 1 ppm koncentrációjú kezelést követően megállapították, hogy 20°C-os tárolás során az érégsgátlóval kezelt paradicsom pultontarthatósági ideje a duplájára nőtt a kontrollhoz képest. A felületi szín az elsődleges minőségjelző a fogyasztók számára, a termés felületi színét a növekedés, az érés és a szedés utáni kémiai és biokémiai folyamatok határozzák meg. *Brandt* (2007) vizsgálatai során szoros korrelációt fedezett fel a paradicsombogyó színe és érettsége, valamint színe és likopintartalma között.

A fentiekből kiindulva jelen munkánk célja az volt, hogy megvizsgáljuk az 1-MCP érésgátló szer hatását különböző érettségi stádiumú paradicsomok utóérési folyamatára, a paradicsombogyó külső színének nyomon követésével.

## ANYAG ÉS MÓDSZER

A vizsgált étkezési paradicsom 2021.10.06-án Soroksáron frissen szüretelt, Pitenza F1 fajtájú paradicsom. A Pitenza egy fűrtös paradicsom hibrid, mely az egész világon széleskörben elterjedt. A bogyók átlagos mérete 100-200 gramm, alakja gömbölyű, fogyasztásra éretten sötétpiros színű. A fajta kiváló eltarthatósággal rendelkezik és különböző termesztési körülmények mellett is jó terméshozamú. Azon kevés fajta közé tartozik, amely még a téli időszak alatt is képes jó minőségű fűrtös paradicsomot teremni.







A paradicsomokat a beszállítást és egy szín szerinti osztályozást követően 6 különböző érettségi csoportba soroltuk (*1.ábra*). A szín szerinti csoportosítás a CTIFL nemzetközileg elfogadott, 1-12-ig terjedő skálája szerint történt, ahol az 1-es a zöldérett paradicsomot, míg a 12-es a fogyasztásra teljesen érett paradicsomot jelöli. Az általunk kiválasztott érettségi állapotokat az *1. táblázat* részletezi.

### 1. táblázat: A kísérletbe vont paradicsomok érettségi állapota

Table 1: Maturity status of the tomatoes used in the experiment

Érettségi állapot (1)		Jellemző szín (2)	Jelölés (3)
1	zöldérett (4)	Sötétzöld (5)	A
2	tört színű (6)	Fehéres zöld, a bogyó kevesebb, mint 10%-a rózsaszín (7)	B
4	érésbe forduló (8)	A bogyó felületének 10-30%-a rózsaszín (9)	C
6	félérett (10)	A bogyó felületének 30-60%-a rózsaszín (11)	D
8	halvány piros (12)	A bogyó felületének 60-90%-a piros. (13)	E
12	élénk piros (14)	A bogyó felületének 100%-a piros, teljes érettség. (15)	F

(1) maturity status (2) typical colour (3) group (4) mature green (5) dark green (6) breaker (7) Whiteish green, less than 10% of the tomato is pink (8) turning (9) 10-30% of the tomato surface is pink (10) pink (11) 30-60% of the tomato surface is pink (12) light red (13) 60-90% of the tomato surface is pink (14) red (15) 100% of the tomato surface is red, full ripeness.

<b>A</b>		<b>Zöldérett (1)</b>
<b>B</b>		<b>Tört színű (2)</b>
<b>C</b>		<b>Érésbe forduló (3)</b>
<b>D</b>		<b>Félérett (4)</b>
<b>E</b>		<b>Halvány piros (5)</b>
<b>F</b>		<b>Élénk piros (6)</b>

(1) mature green (2) breaker (3) turning (4) pink (5) light red (6) red

*1. ábra:* A paradicsomok szín szerinti osztályozását követően kiválasztott 6 érettségi állapot

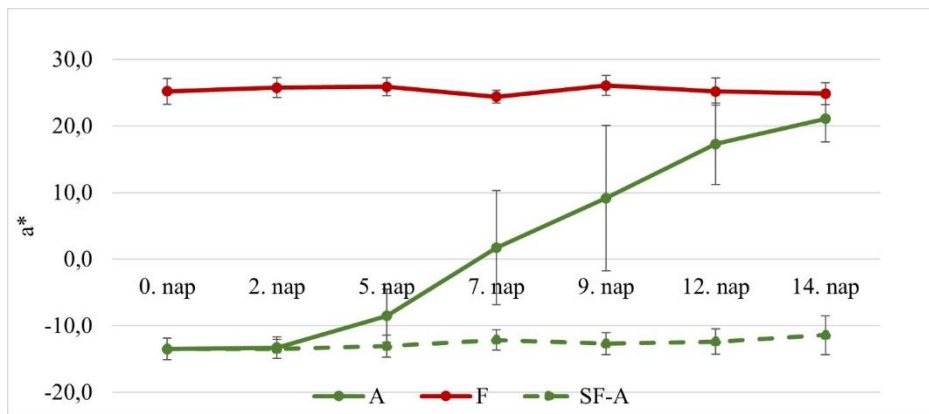
*Figure 1:* 6 maturity states selected after sorting tomatoes by colour

Az alkalmazott érégsgátló kezelés az AgroFresh Inc. (Philadelphia, Amerikai Egyesült Államok) által gyártott és forgalmazott SmartFresh™ (SF) kezelés. A felhasznált érésszabályozó szer a SmartFresh™ Protabs, aktív hatóanyaga 2% 1-metilciklopropén (1-MCP) gáz. A gyártó ajánlása paradicsom kezelési idejére 12-24 óra. A szín szerinti osztályozást és feliratozást követően a minták fele (csoportonként 20-20 db) 12 órás érégsgátló kezelésen esett át, kivéve az élénk piros (F) csoportot, melybe teljesen érett paradicsomokat válogattunk össze abszolút kontroll csoportként. A kezelés egy légmentesen zárható, belső ventilátorral ellátott műanyag dobozban történt, a gyártó ajánlása alapján kiszámolt mennyiségű érégsgátló szerrel. Az 1-MCP gáz koncentrációja 625 ppb volt a kezelés során. A kezelés idejére a dobozt egy 15 °C-os hűtőbe helyeztük el, míg a kontroll mintákkal ugyanígy jártunk el, a kezelést leszámítva. A kezelés

végeztével megfelelő szellőztetést követően a kezelt és kontroll mintákat ugyanazon hűtőben, 15°C-on tároltuk 2 hétig.

A felület színváltozásának nyomon követéséhez a CIELab színinger tér tényezőit ( $L^*$ ,  $a^*$ ,  $b^*$ ,  $C^*$  and  $h^\circ$ ) mértük, Konica Minolta CR-400 (Tokió, Japán) tristimulusos színmérő műszerrel. A paradicsomok színét a 0., 2., 5., 7., 9., 12. és 14. napon mértük, a bogyó hossz tengelyére merőlegesen mért legnagyobb kerülete mentén, két átellenes ponton. Az eredményekben az  $a^*$  változásának értéke kerül bemutatásra, mivel a paradicsom érésmenetének követése szempontjából a vörös-zöld színezet változása a leginformatívabb.

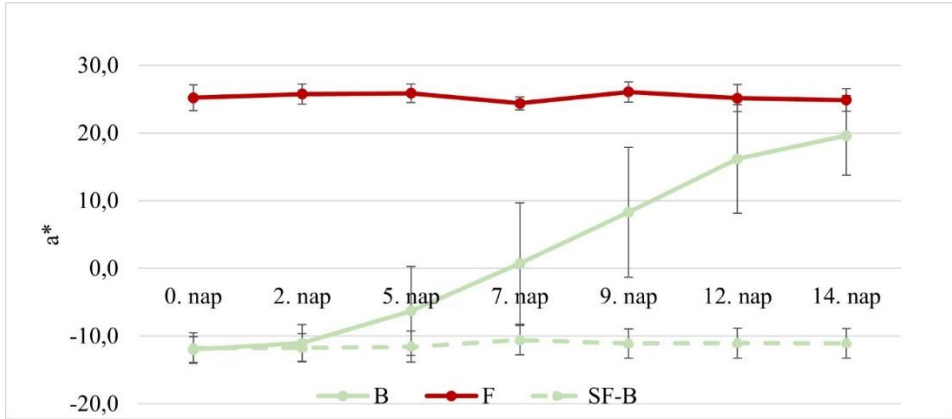
## EREDMÉNYEK



2. ábra: A vörös-zöld színezet ( $a^*$ ) változása a zöldérett paradicsom esetében

Figure 2: Changes in the red-green colour ( $a^*$ ) of mature green tomatoes

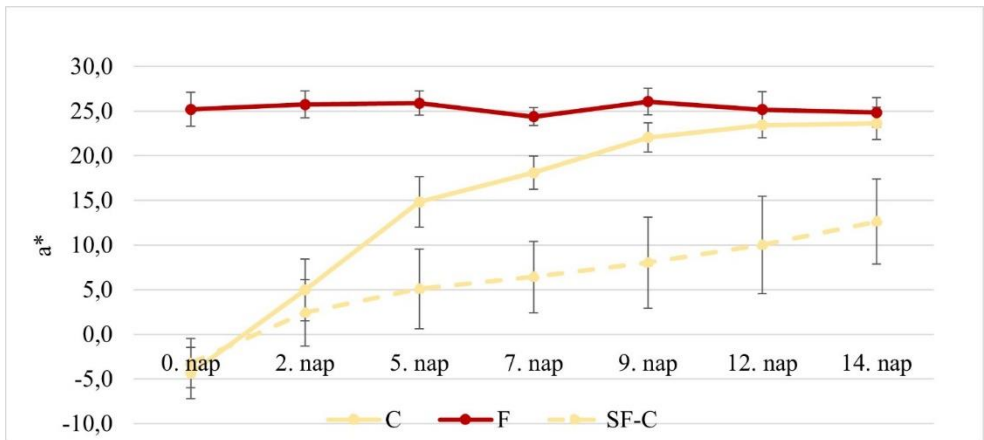
A zöldérett paradicsom esetében a 7. naptól jól láthatóan elkülönül a SF kezelésen átesett csoport a kontroll csoporttól (2. ábra). Míg az érésgátlóval kezelt csoport színe a 14. nap végére sem változott számottevően, addig a kezeletlen minták színe a kéthetes tárolás végére megközelítette a teljesen érett paradicsom színét.



3. ábra: A vörös-zöld színezet ( $a^*$ ) változása a tört színű paradicsom esetében

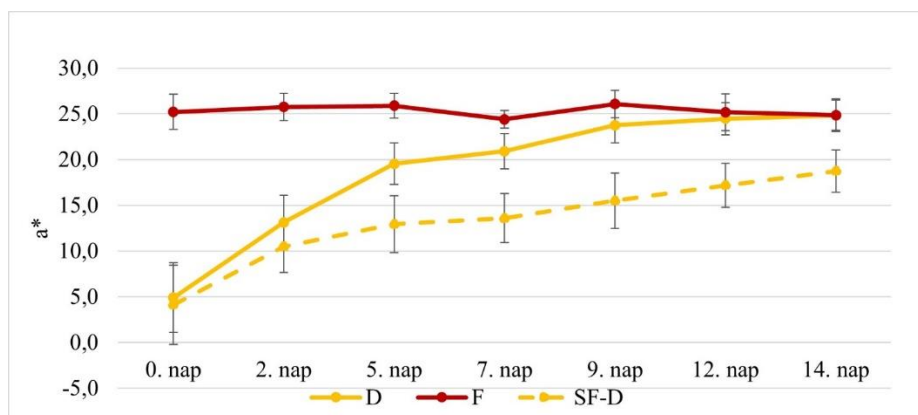
Figure 3: Changes in the red-green colour ( $a^*$ ) of breaker tomatoes

A tört színű paradicsomok esetében a 9. naptól látható egyértelmű különbség a B és A SF-B csoport között (3. ábra). Az érsgátlóval kezelt minták színe ebben az esetben is változatlan maradt, míg a kezeletlen mintáké a teljesen érett paradicsomok színéhez közelített.



4. ábra: A vörös-zöld színezet ( $a^*$ ) változása az érésbe forduló paradicsom esetében

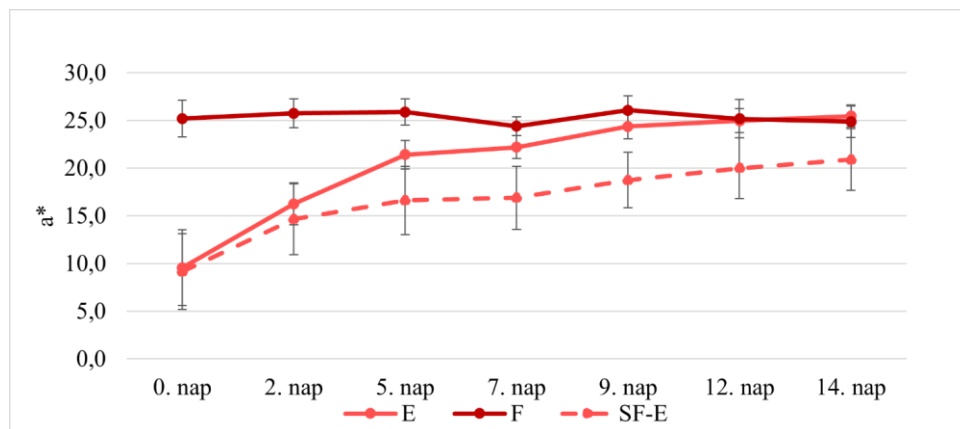
Figure 4: Changes in the red-green colour ( $a^*$ ) of turning tomatoes



5. ábra: A vörös-zöld színezet ( $a^*$ ) változása a félérett paradicsom esetében

Figure 5: Changes in the red-green colour ( $a^*$ ) of pink tomatoes

Az érésbe forduló és a félérett paradicsomok esetén már az 5. naptól jól elkülönül a D és a SF-D csoport színe (4.-5. ábra). Az érésbe forduló paradicsom kontroll csoportjának színe a 12. naptól már nem különíthető el egyértelműen a teljesen érett paradicsomok színétől, míg a félérett paradicsomok esetében ez már a 9. napon elmondható.



6. ábra: A vörös-zöld színezet ( $a^*$ ) változása a halványpiros paradicsom esetében

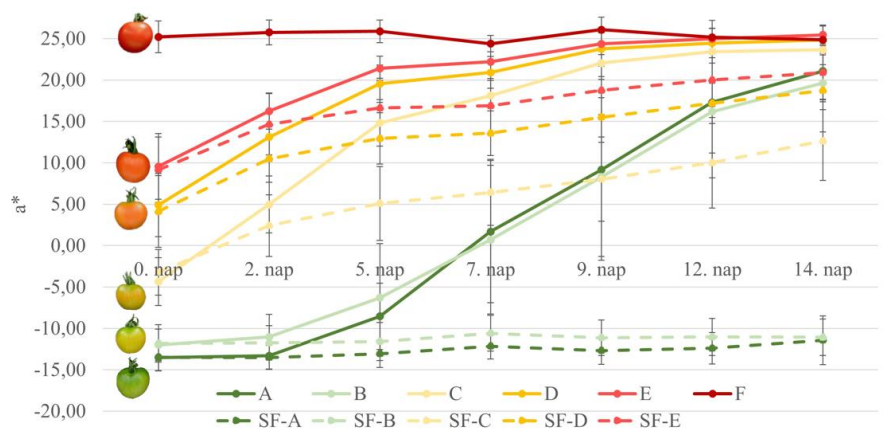
Figure 6: Changes in the red-green colour ( $a^*$ ) of light red tomatoes

A halványpiros paradicsomok esetében szintén már az 5. naptól jól elkülönül az E és SF-E csoport (6. ábra). A kontroll csoport színe már a 7. napon megközelíti a teljesen érett paradicsomok színét. Továbbá az is látható, hogy ez az egyetlen érettségi csoport,

ahol a kezelt minták színe is megközelíti az érett mintákét, a szórásokat figyelembe véve a 12. naptól azok sem egyértelműen elkülöníthetőek a szín alapján.

## KÖVETKEZTETÉSEK

A kapott eredményeket összevetve (7. ábra) arra a következtetésre jutottunk, hogy az érésgátló kezelés a zöldérett és a tört színű paradicsomok esetében volt a leghatékonyabb, mivel ennél a két csoportnál gyakorlatilag megállította az érési folyamatot, a kezelt minták színe 2 hét tárolás után sem változott. Az érésbe forduló paradicsomok esetén is még sikerrel alkalmazható a kezelés, ám a félérett és a halványpiros csoport esetében már nem hatékony. Összességében tehát levonható az a következtetés, hogy a SmartFresh™ kezelés annál hatékonyabb, minél korábbi érettségi állapotban lévő paradicsomon alkalmazzuk.



7.ábra: A vörös-zöld színezet ( $a^*$ ) változása az összes érettségi állapotú paradicsom esetében

Figure 7: Changes in the red-green colour ( $a^*$ ) for tomatoes at all stages of ripeness

## KÖSZÖNETNYILVÁNÍTÁS

Ezt a kutatást az Innovációs és Technológiai Minisztérium a Tématerületi Kiválósági Program 2020, Intézményi Kiválóság Alprogram (TKP2020-IKA-12), valamint az EFOP-3.6.3-VEKOP-16-2017-00005 (Tudományos utánpótlás erősítése a hallgatók



tudományos műhelyeinek és programjainak támogatásával, a mentorálás folyamatának kidolgozásával.) támogatta.

## **EFFECT OF 1-MCP TREATMENT ON THE QUALITY OF TOMATOES AT DIFFERENT STAGES OF RIPENING**

ZSUZSANNA HORVÁTH-MEZŐFI<sup>1</sup> –GERGŐ SZABÓ<sup>1</sup> –MÓNIKA GÖB<sup>1</sup> –EMESE BÁTOR<sup>1</sup> –LIEN LE PHUONG NGUYEN<sup>1</sup> –ANNA VISY<sup>1</sup> –KARINA HIDAS<sup>1</sup> – ZSÓFIA NAGY<sup>1</sup> –GÉZA HITKA<sup>1</sup> –TAMÁS ZSOM<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Hungarian University of Agriculture and Life Sciences

Institute of Food Science and Technology

Gödöllő

### **SUMMARY**

The most important fresh vegetable worldwide is the table tomato. Ethylene plays a key role in initiating and accelerating ripening-related processes that are perceived as various qualitative changes (e.g. colour, hardness, acidity and flavour) in tomatoes (Mir et al., 2004). Tomatoes, unlike many other climacteric fruits, need a constant ethylene effect to progress ripening. In the light of this, it is possible to use growth regulators that prevent ethylene binding at different stages of ripening (Mir et al., 2004). 1-Methylcyclopropene is an ethylene-blocking agent used to delay ripening in many fruits after harvest. Brandt (2007) found a strong correlation between tomato colour and ripeness in his studies. The aim of the present work was to investigate the effect of the ripening inhibitor 1-MCP on the post-ripening process of tomatoes at different stages of ripening by monitoring the external colour of the tomato. The tests were carried out on Pitenza F<sub>1</sub> tomatoes, which were classified into 6 different maturity groups according to the CTIFL tomato colour scale. Subsequently, half of the samples (20-20 per group) were treated with SmartFresh™ /SF/ (1-MCP) for 12 h, except for the red (F) group, where fully ripe tomatoes were selected as absolute control group. The treatment was carried out at 15°C at a concentration of 625ppb 1-MCP. After treatment, the colour change of the samples was monitored for 14 days according to the CIELab colour system. The colour measurement results clearly showed that in all ripening groups, from day 5 / 7, a

significant difference in colour between control and SmartFresh™ treated tomatoes was observed. The treatment was most effective on the mature green and breaker tomatoes, for these two groups the colour of the 1-MCP treated samples was practically unchanged by the end of day 14, while the colour of the control samples approached that of the fully ripe samples. Overall, it can therefore be concluded that the SmartFresh™ treatment is more effective on tomatoes in earlier maturity stages.

**Keywords:** tomato, 1-MCP, SmartFresh™, ripening inhibition

## IRODALOM

*Abu-Goukh, A.-B. A.* (2013): 1-Methylcyclopropene (1-MCP) a Breakthrough to Delay Ripening and Extend Shelf-Life of Horticultural Crops. *U. of K. J. Agric. Sci.* 21, (2) 170-196.

*Blankenship, S.M. – Dole, J.M.* (2003): 1-Methylcyclopropene: a review. *Postharvest Biol. Tec.*, 28, (1) 1–25.

FAO (2021): FAOSTAT – Agriculture, Production/Crops

*Gilingerné P. M.* (2007): A paradicsom minőségének jellemzői, a minőség megőrzése tárolás során. <http://docplayer.hu/7024264-A-paradicsom-minosegenek-jellemzoi-a-minoseg-megorzese-a-tarolas-soran.html> (Megtekintve: 2021.11.10.)

*Hitka G. – Kápolna B. – Kollár G. – Németh A.* (2006): SmartFresh™ (1-MCP) kezelés minőségmegőrző hatásának vizsgálata almafajtákon. *Élelmiszervizsgálati Közlemények* 52, (3) 166-177.

*Hitka G. – Zsom T. – Nguyen, L.P.L. – Balla Cs.* (2014): Effect of 1-methylcyclopropene on ‘Bosc Kobak’ pears. *Acta Alimentaria*, 43 (Suppl.), 73–77.

*Hobson, G.E. – Nichols, R. – Davies, J.N. – Atkey, P.T.* (1984) The inhibition of tomato fruit ripening by silver. *Journal of Plant Physiology.* 116, (1) 21–29.

*Hoerberichts, F.A. – Van der Plas, L.H.W. – Woltering, E.J.* (2002): Ethylene perception is required for the expression of tomato ripening-related genes and associated physiological changes even at advanced stages of ripening. *Postharvest Biol. Technol.* 26, (2) 125–133.

*Huber D. – Jeong, J. – Ritenour, M.* (2003): Use of 1-Methylcyclopropene (1-MCP) on Tomato and Avocado Fruits: Potential for Enhanced Shelf Life and Quality Retention.

Horticultural Sciences Department, Florida Cooperative Extension Service, Institute of Food and Agricultural Sciences, University of Florida, HS-914

*Mir, N. – Khan, N. – Beaudry, R.M.* (1999): 1-Methylcyclopropene extends shelf-life of tomato at all stages of maturity. *HortScience* 34, (3) 538

*Mir, N. – Canoles, M. – Beaudry, R. – Baldwin, E. – Pal Mehla, C.* (2004): Inhibiting Tomato Ripening with 1-Methylcyclopropene. *Journal of the American Society for Horticultural Science*. 129, (1) 112-120.

*Papp J.* (2003): Gyümölcsstermesztési alapismeretek, Mezőgazda Kiadó, Budapest

*Rohwer, C.L. – Gladon, R.J.* (2001): 1-Methylcyclopropene delays ripening of pink and light red tomatoes. *HortScience* 34, (3) 466

*Serek, M. – Sisler, E.C. – Reid, M.S.* (1995): 1-Methylcyclopropene, a novel gaseous inhibitor of ethylene action, improves the life of fruits, cut flowers and potted plants. *Acta Hort.* 394, 337–347.

*Tucker, G.A. – Brady, C.J.* (1987): Silver ions interrupt tomato fruit ripening. *Journal of Plant Physiology*. 127, (1-2) 165–169.

*Wills, R.B.H. – Ku, V.V.V.* (2002): Use of 1-MCP to extend the time to ripen of green tomatoes and postharvest life of ripe tomatoes. *Post-harvest Biol. Technol.* 26, (1) 85–90

*A szerzők levélcíme – Address of the authors:*

Horváth-Mezőfi Zsuzsanna

Magyar Agrár- és Élettudományi Egyetem, Élelmiszertudományi és Technológiai  
Intézet

1118 Budapest, Villányi út 29-43.

Horvath-Mezofi.Zsuzsanna@uni-mate.hu

Szabó Gergő

Magyar Agrár- és Élettudományi Egyetem, Élelmiszertudományi és Technológiai  
Intézet

1118 Budapest, Villányi út 29-43.

Szabo.Gergo.7@phd.uni-mate.hu

Göb Mónika

Magyar Agrár- és Élettudományi Egyetem, Élelmiszertudományi és Technológiai

Intézet

1118 Budapest, Villányi út 29-43.

gobmonika@gmail.com

Bátor Emese

Magyar Agrár- és Élettudományi Egyetem, Élelmiszertudományi és Technológiai

Intézet

1118 Budapest, Villányi út 29-43.

batoremese@hotmail.com

Nguyen Le Phuong Lien

Magyar Agrár- és Élettudományi Egyetem, Élelmiszertudományi és Technológiai

Intézet

1118 Budapest, Villányi út 29-43.

Nguyen.Le.Phuong.Lien@uni-mate.hu

Visy Anna

Magyar Agrár- és Élettudományi Egyetem, Élelmiszertudományi és Technológiai

Intézet

1118 Budapest, Villányi út 29-43.

Visy.Anna@phd.uni-mate.hu

Hidas Karina

Magyar Agrár- és Élettudományi Egyetem, Élelmiszertudományi és Technológiai

Intézet

1118 Budapest, Villányi út 29-43.

Hidas.Karina@phd.uni-mate.hu

Nagy Zsófia

Magyar Agrár- és Élettudományi Egyetem, Élelmiszertudományi és Technológiai

Intézet

1118 Budapest, Villányi út 29-43.

Hitka Géza

Magyar Agrár- és Élettudományi Egyetem, Élelmiszertudományi és Technológiai

Intézet

1118 Budapest, Villányi út 29-43.

Hitka.Geza@uni-mate.hu

Zsom Tamás

Magyar Agrár- és Élettudományi Egyetem, Élelmiszertudományi és Technológiai

Intézet

1118 Budapest, Villányi út 29-43.

Zsom.Tamas@uni-mate.hu



## MEGGY TÁROLÁSÁNAK FEJLESZTÉSE MOSÁS ÉS EHEŐ BEVONAT ALKALMAZÁSÁVAL

SZABÓ GERGŐ - HORVÁTH-MEZŐFI ZSUZSANNA - LIEN LE PHOUNG  
NGUYEN - KOCSIS TAMÁS - GÖB MÓNICA - ZSOM TAMÁS - HITKA GÉZA

Magyar Agrár- és Élettudományi Egyetem – Élelmiszertudományi és Technológiai  
Intézet, Gödöllő

### ÖSSZEFOGLALÁS:

A meggy tárolása minden évben nagy kihívást jelentő feladat a gyümölcskereskedők és –feldolgozók számára. A Magyarországon szüretelt meggy mennyisége az Európai Unióban a második helyen áll. (Mihály et al., 2017) A meggy rövid (kb. 1-3 hetes) tárolhatósága miatt friss értékesítése korlátozottan áll rendelkezésre. Kutatásunkban a friss meggy tárolhatóságát vizsgáltuk ehető bevonat és különböző innovatív, új mosási módszerek alkalmazásával. A következő különböző mosási módszereket (csapvíz [TW], öblítés [WASH], mikrobuborék [MB], ózon + mikrobuborék [O3MB], mikrobuborék + 55°C-os hőmérsékletű víz [MB55°C] és 55°C-os hőmérsékletű víz [HW55°C]) alkalmaztuk. Az 55°C-os hőmérsékletű kezeléseknél 30 másodperces, a többi esetben 5 perces behatási időt határoztunk meg. A mosások után közvetlenül, majd az 1°C-on tárolás után egy héttel felületi összcsíraszámot vizsgáltunk. Meggy esetében ehető bevonatból 1,0%-os aktív oldatot készítettünk, majd 30 percig hagytuk, hogy maradéktalanul feloldódjon (közben keveréssel biztosítottuk a hatékonyabb oldódást). Ezután néhány másodpercre belemártottuk a meggy mintákat az elkészített oldatba. A meggy közvetlen kezeléseket utáni mikrobaszám csökkentését az ózon + mikrobuborék [O3MB: 2,4 log] mosással tudtuk elérni. A tárolás utáni felületi összcsíraszám növekedését az ehető bevonat alkalmazása [SF: 3,0 log] során sikerült a legjobban megakadályoznunk. A csapvizet, öblítéset és mikrobuborékos kezeléseket hasonló hatékonysággal szerepeltek (kezdeti: 2,7 log, tárolási: 3,8-4,0 log). Ami érdekességként

megemlíthető, hogy az 55°C-os hőmérsékletű vízzel való kezelések nem bizonyultak megfelelő módszernek a tárolás utáni (6,4-6,6 log) összmikrobaszám csökkentése céljából. Összeségében a kutatásunk alapján kijelenthető, hogy az ehető bevonat és az ózon + mikrobuborék kezelések hatékonyan bizonyulhatnak felületi mikrobaszám csökkentésének céljából. Ezáltal a meggy tárolási ideje megnövelhető.

**Kulcsszavak:** meggy, mosás, ehető bevonat, ózon, mikrobuborék, felületi összecsíraszám

## BEVEZETÉS

A meggy tárolása minden évben nagy kihívást jelentő feladat a gyümölcskereskedők és –feldolgozók számára. A Magyarországon szüretelt meggy mennyisége az Európai Unióban a második helyen áll. (Mihály et al., 2017) A meggy rövid (kb. 1-3 hetes) tárolhatósága miatt friss értékesítése korlátozottan áll rendelkezésre. Kutatásunkban a friss meggy tárolhatóságát vizsgáltuk ehető bevonat és különböző innovatív, új mosási módszerek alkalmazásával. A feldolgozóipar számára fontos kérdés, hogy mennyi ideig képesek a meggyet tárolni, ill. mennyire lehet a szüret utáni feldolgozási időt megnyújtani. Ez kritikus a gyümölcsök feldolgozásának tervezhetősége szempontjából.

## IRODALMI ÁTTEKINTÉS

Napjainkban számos új mosási technológia került be az élelmiszeriparba a zöldség- és gyümölcsfélék mosására. Az új és innovatív mosási technológiák közül fontos megemlíteni a gyakran alkalmazott meleg vizes kezelést, mely kutatások során gyakran hatékonyan bizonyult. (Maria et al., 2009). A mikrobuborékokat és nano buborékokat a mérnöki, mezőgazdasági, környezetvédelmi, élelmiszer- és gyógyszeripari területeken is egyaránt alkalmazzák. A mikro buborékok ezred akkora mérettel rendelkeznek, mint egy milliméter átmérőjű buborék. A kisméretű buborékok jellemzői, hogy kis mérettel, nagy felülettel és a magas biológiai aktivitással, alacsony sűrűdési ellenállással, ezzel ellenben nagy belső nyomással, nagy gázoldódási kapacitással, magas görbületi feszültséggel rendelkeznek. (Tsuge, 2014) Minél kisebb átmérőjű a buborék, annál nagyobb a fajlagos felület-térfogat aránya és annál nagyobb a buborékok sűrűsége egy állandó térfogatáramban tekintve. (Burns, 1997)

Az ózon, a háromatomos oxigén (O<sub>3</sub>), egy nagyon reaktív vegyület, mely potenciális mikrobagátló aktivitással rendelkezik. Az ózon hatékonyan öli a mikroorganizmusok széles spektrumát, sejtmembránjaik erős oxidációjával és mindezek mellett lebomlása után nem hagy maga után az élő szervezetre kártékonyan ható mellékterméket. Nagy vízben való instabilitása és rossz oldékonysága miatt inkább levegőben használják. (Lluís et al., 2007) Egy kutatás szerint a mikrobuborékos ózonos mosás hatékonyabbnak bizonyult a sima ózonos kezeléssel szemben a datolyaszilva leveleinek peszticid (fenitroion) tartalmának csökkentése szempontjából. (Ikeura, 2013) Egy másik szempontból a két ózonnal való mosási hatékonyságot (mikrobuborék, sima buborékoltatás) növényvédő szer eltávolítása alapján megvizsgálták paradicsom, saláta és eper esetében. Az eredmény egyértelműen a mikrobuborékos ózonos mosás kiemeltebb hatékonyságát bizonyította. (Kobayashi et al., 2011)

Beszélhetünk meleg vízbe merülésről, ahol a gyümölcs néhány percet tartózkodik a kezeléskor 43 és 53°C-on ill. létezik a meleg vízzel való öblítés, amikor a termény 48 és 63°C-on 10-25 másodpercet tölt mindössze. Mindkét technológia gátolja az érési folyamatokat. (Elazar, 2003) Kimutatták, hogy a meleg vizes egy perces kezelés (70 és 97°C) hatására a kezelés előtt a felületre oltott mezofil baktériumok, élesztők és penészek száma szignifikánsan csökkent. (Ukuku et al., 2004)

A gyártói leírás alapján a felhasznált ehető bevonat (Semperfresh™) késlelteti az érést és meghosszabbítja a friss gyümölcsök eltarthatóságát. A szóban forgó termék, egy szacharóz-észter alapú bevonat, amely íztelen, biológiailag könnyen lebomlik és környezetbarátnak mondható. Betakarítás előtt és után is alkalmazható, azzal a céllal, hogy megvédje a terményt a környezeti hatásoktól és az élettani elváltozásoktól. Az ehető bevonat késlelteti az érést azért, hogy módosított légkört teremjen a gyümölcsben, ezáltal lassítja a légzést. A hatóanyagok ehető filmréteget képeznek a gyümölcs felületén. Friss körténél széles körben használják a zúzódások megelőzésére, a tömegveszteség csökkentésére és a szín megőrzésére.

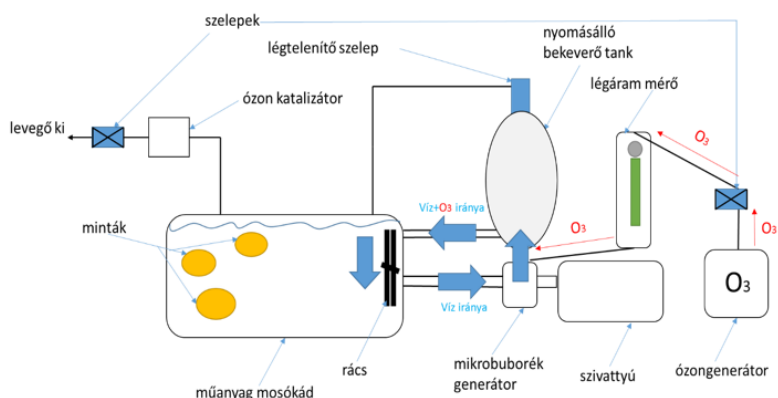


## ANYAG ÉS MÓDSZER

A vizsgálandó gyümölcs: Meggy ('*Prunus cerasus*'), Fajta: 'Újfehértói fürtös'

### MOSÁS

A következő különböző mosási módszereket (csapvíz [TW], öblítés [WASH], mikrobuborék [MB], ózon + mikrobuborék [O3MB], mikrobuborék + 55°C-os hőmérsékletű víz [MB55°C] és 55°C-os hőmérsékletű víz [HW55°C]) alkalmaztuk. Az 55°C-os hőmérsékletű kezeléseknél 30 másodperces, a többi esetben 5 perces behatási időt határoztunk meg. A mosások után közvetlenül, majd az 1°C-on tárolás után egy héttel felületi összcsíraszámot vizsgáltunk. Az ózonos mikrobuborékos mosás sematikus képe az 1. ábrán látható. A 2. ábrán pedig a mosóberendezés és néhány meggy látható mosás közben.



1. ábra: Mosási technológia sematikus ábrája (ózon + mikrobuborék)

Figure 1.: Schematic figure of washing by ozone + microbubble



2. ábra: Mosóberendezés fényképe működés közben (meggy szemekre tapadt mikrobuborékok)

Figure 2.: Washing system during treatment (microbubbles on the surface of sour cherry)

A mintákat 70 liter mosófolyadékban mostuk és a mosások között friss vizet használtunk. A felhasznált ózongenerátor (GO-R 5G, Guangzhou Ozone Environmental Technology Co., Ltd, CHN) 100 liter/óra térfogatáram kapacitású 140-190 ppm koncentrációjú ózont képes előállítani. Az ózon generátor az értéket  $g/m^3$  mértékegységben adja meg, ezt átszámítva:

$$1 \text{ g O}_3/m^3 = 467 \text{ ppm O}_3$$

$$0,4 \text{ g O}_3/m^3 = 467 * 0,4 = 187 \sim 190 \text{ ppm O}_3$$

Az óránkénti generált ózon mennyisége:

$$100 \text{ liter/óra} * 190 \text{ ppm} = 19 \text{ mg O}_3/\text{óra}$$

Az előállított ózonkoncentrációt egy ózommérő berendezés (Ozone Analyser BMT-963, BMT MESSTECHNIK GMBH, GER) segítségével állapítottuk meg. A mikrobuborék generátor (Gas liquid mixing pump, Típus: YL8022, Model: 25GO-2SS, Guangzhou Ozone Environmental Technology Co., Ltd, CHN) a cég adatai szerint 20-30  $\mu\text{m}$  átmérőjű buborékokat képes előállítani.

Az ózongenerátor egy beépített pumpával rendelkezik. Az ózon áthalad egy légáram mérőn (légáram: 100-120 liter/h) és innen közvetlenül a bekeverés helyére csatlakozik. A mikrobuborék generátor szivattyúja a mosókádból érkező csövön keresztül a csapvizet beszívja, és a forgó generátornál a folyadék és a gáz összekeverésre kerül. A nyomás alatt álló bekeverő tankon keresztül a mikrobuborékos víz visszajut a mosókádba, ahol a mosás

elkezdhető. A rendszer bekapcsolása után néhány perc várakozást követően láthatóvá válnak a mikrobuborékok, a víz tejszerűen opállossá válik. (2. ábra)

A meleg vizes kezelés esetében megkülönböztettünk normál és mikrobuborékos kezelést. Mindkettő esetben 55-60°C közötti hőmérsékletű mosóvizet alkalmaztunk, melynek hőmérsékletét hitelesített higanyhőmérő segítségével ellenőriztünk a kezelés során. A mikrobuborékos mosáshoz pormentesített környezeti levegőt alkalmaztunk 100 liter/ h légáram mellett.

### ***EHETŐ BEVONAT***

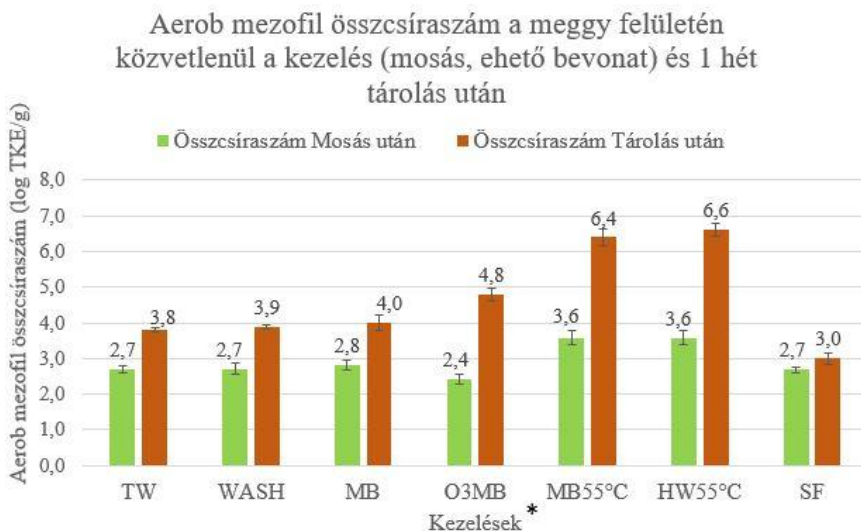
A használati utasításoknak megfelelően a terméket felráztuk használat előtt, majd a megfelelő koncentrációban vízzel kevertük. Meggy esetében 1,0%-os aktív oldatot készítettünk, majd 30 percig hagytuk, hogy maradéktalanul feloldódjon (közben keveréssel biztosítottuk a hatékonyabb oldódást). Ezután néhány másodpercre belemártottuk a meggy mintákat az elkészített oldatba.

### ***MIKROBIOLÓGIAI VIZSGÁLAT***

A mikrobiológiai mintavételt két sorozatban ismételtük meg. Miután a különböző mosási eljárások megtörténtek, közvetlenül a mosás után mintavétel történt 3-3 meggy szemem mosási technológiai csoportonként, majd a meggy 1°C-os állandó hőmérsékletű légtérben történő 1 hetes tárolását követően szintén 3-3 mintán. A mintavételi eljárásban: először egy csipesz segítségével a 1 cm belső átmérőjű fémgyűrűt 70 V/V%-os alkohololdattal lepermeteztük, majd láng felett sterilizálva lett. Ezután a vasgyűrűt a meggy felületére helyeztük, így a mintavétel felülete állandó 10 cm<sup>2</sup> volt és sterilizált csipesszel egy steril gézdarab (Mulltupfer EN 14079 Typ 20, NOBA Verbandmittel Danz GmbH, GER) a karikán belüli területre lett nyomva. A minták (gézdarabok) 9 ml peptonvízbe 5 percig áztak, időközönként felrázva az oldatot a baktériumok és gombák minél hatékonyabb oldatba vitelének céljából. Az így kapott mintából tizedelő hígítási sor készítése után, Nutrient Agar-ral (Biokar Diagnostics, FRA) lemezöntés történt. Az agar megszilárdulása után a Petri-csészéket 30°C-on 24 óráig inkubáltuk termosztátban, majd azokról a csészékről, melyeken 30-300 között megszámlálható telep nőtt meghatároztuk telepszámlálót (BZG 30, WTW, GER) segítségével az aerob mezofil összcsíraszámot.

## EREDMÉNYEK

A meggy közvetlen kezelése utáni mikrobaszám csökkentését az ózon + mikrobuborék [O3MB: 2,4 log] mosással tudtuk elérni. A tárolás utáni felületi összecsíraszám növekedését az ehető bevonat alkalmazása [SF: 3,0 log] során sikerült a legjobban megakadályoznunk. A csapvizés, öblítéses és mikrobuborékos kezeléseket hasonló hatékonysággal szerepeltek (kezdeti: 2,7-2,8 log, tárolási: 3,8-4,0 log). Ami érdekességként megemlíthető, hogy az 55°C-os hőmérsékletű vízzel való kezeléseket nem bizonyultak megfelelő módszerek a tárolás utáni (6,4-6,6 log) összecsíraszám csökkentése céljából, hiába kombináltuk mikrobuborékolással. Az eredményeket ábrázoló oszlopdiagramon a 3. ábrán láthatók.



\*TW: csapvíz, WASH: öblítés, MB: mikrobuborék, O3MB: ózon + mikrobuborék, MB55°C: mikrobuborék + 55°C-os hőmérsékletű víz, HW55°C: 55°C-os hőmérsékletű víz, SF: Ehető bevonat (Semperfresh™)

3. ábra: Összecsíraszám alakulása a meggy felületén közvetlenül a kezelés (mosás, ehető bevonat) és tárolás után

Figure 3: Total plate count directly after treatments (washing, edible coating) and after 1 week storage on the surface of sour cherry

## KÖVETKEZTETÉSEK

Kutatásunk arra enged következtetni, hogy az ehető bevonat és az ózon + mikrobuborék kezelések hatékonyak bizonyulhatnak felületi mikrobaszám csökkentésének céljából mind tárolás, mind közvetlen hatást vizsgálva. Ezáltal a tárolási idő több nappal is akár megnövelhető. Kutatásunk alapján a meleg vizes kezelés nem volt hatékony a tárolt minták esetében. Ennek oka lehet, hogy a minták 30 másodperces bemelegítése, éppen arra volt elegendő, hogy a terméket felmelegítse, így kedvező környezetet biztosítva a mikrobiális fertőzéseknek. Az ehető bevonat alkalmazása pozitív eredményekkel kecsegtetett, így további kutatási alkalmazása javasolt. Az ózon és mikrobuborék alkalmazása egyértelműen hatékony megoldás volt a jelenlegi célunk eléréséhez. A továbbiakban érdemes vizsgálni a jelen kutatás pozitív eredményű kezeléseit több szempontból is.

## ÖSSZEFOGLALÁS

Összeségében a kutatásunk alapján kijelenthető, hogy az ehető bevonat és az ózon + mikrobuborék kezelések hatékonyak bizonyulhatnak felületi mikrobaszám csökkentésének céljából. A jövőben több mérésre és adatra lesz szükségünk ahhoz, hogy kijelenthessük, melyik kezelés bizonyul megfelelőnek az ipar számára. Az ehető bevonat (SemperFresh™, Agricoat Ltd.) alkalmazása igen kedvező eredményeket mutatott. Kiemelkedően a legjobb eredményt kaptunk a tárolt minták esetében. Jövőbeni célkitűzéseink között van a minták hosszabb idejű tárolása, más minőségtényező vizsgálatával egybekötve (durofel index, keménység, brix, szín).

## IMPROVING THE STORAGE OF SOUR CHERRY BY WASHING AND EDIBLE COATING

GERGŐ SZABÓ - ZSUZSANNA HORVÁTH-MEZŐFI - LIEN LE PHOUNG  
NGUYEN - TAMÁS KOCSIS - MÓNKA GÖB - TAMÁS ZSOM - GÉZA HITKA  
Hungarian University of Agriculture and Life Sciences – Institute of Food Science and  
Technology, Gödöllő

### ABSTRACT

Storing sour cherries is a big challenge for fruit growers, traders and processing plants every year. The amount of sour cherries harvested in Hungary ranks second in the European Union. (*Mihály et al.*, 2017) Due to the short (approx. 1-3 weeks) shelf life of sour cherry, fresh sales are limited. In our research, we examined the storability of fresh fruits using edible coating and various innovative, new washing methods. The following different washing methods were applied (tap water [TW], rinsing [WASH], microbubble [MB], ozone + microbubble [O3MB], microbubble + 55 ° C warm water [MB55 ° C] and 55 ° C warm water [HW55 ° C]). An exposure time of 30 seconds was determined for the 55 ° C treatments and 5 minutes for other treatments. Immediately after washing and one week after storage at 1 ° C, the total surface germ count was determined. In the case of sour cherries, a 1.0% active solution of edible coating solution was prepared and allowed to dissolve properly for 30 minutes (while stirring to ensure more efficient dissolution). Samples were then immersed in the prepared solution for a few seconds. The reduction of the number of microbes after direct treatments of cherries could be achieved by washing with ozone + microbubble [O3MB: 2.4 log]. The increase in the total number of surface germs after storage was best prevented during the application of the edible coating [SF: 3.0 log]. Tap water, rinse and microbubble treatments were similarly effective (initial: 2.7 log, storage: 3.8-4.0 log). Interestingly, treatments with warm water at 55 ° C did not prove to be a suitable method to reduce the total plate count after storage (6.4-6.6 log). Overall, our research suggests that edible coating and ozone + microbubble treatments may be effective in reducing surface microbial counts. This can increase the storage time by even 1 week.

**Keywords:** sour cherry, washing technology, edible coating, ozone, microbubble, total plate count

## KÖSZÖNETNYÍLVÁNÍTÁS

A tudományos kézirat az Innovációs és Technológiai Minisztérium Kooperatív Doktori Program Doktori Hallgatói Ösztöndíj Programjának a Nemzeti Kutatási, Fejlesztési és Innovációs Alapból finanszírozott szakmai támogatásával készült.



NEMZETI KUTATÁSI, FEJLESZTÉSI  
ÉS INNOVÁCIÓS HIVATAL

## IRODALOM

*Hiromi Ikeura, S. H.* (2013). Effects of ozone microbubble treatment on removal of residual pesticides and quality of persimmon leaves. *Food Chemistry*, 366–371.

*Kobayashi, F.- Ikeura, H.- Tamaki, M.* (2011): Removal of residual pesticide, fenitrothion, in vegetables by using ozone microbubbles generated by different methods, *Journal of Food Engineering*, 103 (3), 345-349.

*Lluís Palou, J. L.* (2006). Ozone applications for sanitation and control of postharvest diseases of fresh fruits and vegetables. In J. L. Lluís Palou, *Recent Advances in Alternative Postharvest Technologies to Control Fungal Diseases in* (old.: 40-43.). India, Kerala: Transworld Research Network.

*Maria I. Gil, M. V.-G.* (2009). Fresh-cut product sanitation and wash water disinfection: Problems and solutions. *International Journal of Food Microbiology*, 37-45.

*Mihály, K.- Sándor, E.- Kovács, C.- Takács, F.* (2020): Effect of different storage methods for the self-life and the fungal populations of the Hungarian sour cherry cultivars. *Acta Hort.* 59 427-432, 2020.

*S.E. Burns, S. Y.* (1997). Microbubble generation for environmental and industrial separations. *Separation and Purification Technology*, 221–232.

*Tsuge, H. (2014). Micro- and Nanobubbles: Fundamentals and Applications. USA, Florida: CRC Press.*

*Ukuku, D. O.- Pilizota, V., Sapers, G. M. 2004. Effect of Hot Water and Hydrogen Peroxide Treatments on Survival of Salmonella and Microbial Quality of Whole and Fresh-Cut Cantaloupe, Journal of Food Protection, 3, 432-623.*

*A szerzők levélcíme – Address of the authors:*

SZABÓ GERGŐ

Magyar Agrár- és Élettudományi Egyetem – Élelmiszertudományi és Technológiai Intézet, 1118 Budapest, Villányi út 29-43.,  
szabogergo717@gmail.com

HORVÁTH-MEZŐFI ZSUZSANNA

Magyar Agrár- és Élettudományi Egyetem – Élelmiszertudományi és Technológiai Intézet, 1118 Budapest, Villányi út 29-43.,  
mezofi.zsuzsi@gmail.com

LIEN LE PHOUNG NGUYEN

Magyar Agrár- és Élettudományi Egyetem – Élelmiszertudományi és Technológiai Intézet, 1118 Budapest, Villányi út 29-43.,  
Nguyen.Le.Phuong.Lien@uni-mate.hu

KOCSIS TAMÁS

Magyar Agrár- és Élettudományi Egyetem – Élelmiszertudományi és Technológiai Intézet, 1118 Budapest, Villányi út 29-43.,  
Kocsis.Tamas.Jozsef@szie.hu

GÖB MÓNKA

Magyar Agrár- és Élettudományi Egyetem – Élelmiszertudományi és Technológiai Intézet, 1118 Budapest, Villányi út 29-43.,  
gobmonika@gmail.com



ZSOM TAMÁS

Magyar Agrár- és Élettudományi Egyetem – Élelmiszertudományi és Technológiai  
Intézet, 1118 Budapest, Villányi út 29-43.,  
Zsom.Tamas.@uni-mate.hu

HITKA GÉZA

Magyar Agrár- és Élettudományi Egyetem – Élelmiszertudományi és Technológiai  
Intézet, 1118 Budapest, Villányi út 29-43.,  
Hitka.Geza@uni-mate.hu



## AZ ULTRAHANG ÉS A NAGY HIDROSZTATIKUS NYOMÁSÚ KEZELÉS KOMBINÁLT HATÁSÁNAK VIZSGÁLATA A HÚS PÁCOLÁSA SORÁN

VISY ANNA<sup>1</sup>- HIDAS KARINA ILONA<sup>1</sup>- KOÓSZ ZSUZSANNA<sup>1</sup>- BARKÓ  
ANNAMÁRIA<sup>1</sup>-HORVÁTH-MEZŐFI ZSUZSANNA<sup>1</sup>- LIEN PHOUNG LE  
NGUYEN<sup>1,2</sup>- FRIEDRICH LÁSZLÓ<sup>1</sup>-JÓNÁS GÁBOR<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Magyar Agrár-és Élettudományi Egyetem, Élelmiszertudományi- és Technológiai  
Intézet, Budapest

<sup>2</sup> Institute of Biotechnology and Food Technology, Industrial University of Ho Chi  
Minh City, Ho Chi Minh, Vietnam

### ÖSSZEFOGLALÁS

A pácolási folyamat a nátrium-klorid (NaCl) húsba történő bejutásán alapul. A NaCl diffúziója a húsba lassú folyamat, így a pácolást gyakran más kezelésekkel egészítik ki. Erre szolgálhat alternatív kiegészítő technológiaként az ultrahang (UH) és a nagy hidrosztatikus nyomáskezelés (HHP). A kísérlet célja a kombináltan és önmagában alkalmazott kémleletes technológiák hatásainak vizsgálata volt a só tartalom, szín, fehérjedenaturáció és szerkezeti változások szempontjából a pácolás során. A kísérlet elvégzéséhez hasáb alakú sertéskaraj (*Longissimus dorsi*) mintákat használtunk. A húsmintákat 10 m/m%-os sólében pácoltuk. A mintákat 5 percig ultrahanggal kezeltük (20 kHz), vagy 5 percig 300 MPa nyomáson szobahőmérsékleten nyomáskezeltük 5 perc nyomáson tartási idővel. Vizsgáltuk a kombinált kezeléseket is. A sertéshúson 300 MPa nyomást alkalmaztunk 2,5 percig szobahőmérsékleten a 20 kHz-es, 2,5 percig tartó UH kezelés előtt és után. Az eredmények azt mutatták, hogy az UH és a HHP kezelés jelentősen ( $p < 0,05$ ) megnövelte a só tartalmat a kontroll mintákhoz képest. A minták só tartalma az UH+HHP kezelés esetében volt a legmagasabb (3,93%). Ezen kívül a húsminták világossága ( $L^*$ ) minden kezelés esetében jelentősen megnőtt. Az ultrahanggal kezelt mintáknál a hússzövet mikroszerkezete nagymértékben megváltozott.

**Kulcsszavak:** pácolás, nagy hidrosztatikus nyomáskezelés (HHP), ultrahang (UH)

## BEVEZETÉS ÉS IRODALMI ÁTTEKINTÉS

A pácolás olyan tartósítási mód, amely során adalék- és segédanyagok hozzáadásával, valamint esetlegesen még füstölés és szárítás segítségével hosszabb ideig tárolható a pácolt hús, valamint kialakulhat az ezekre az élelmiszerekre jellemző íz, szín és illat. Manapság a pácolás céljának nemcsak a tartósítás tekinthető a vízaktivitás csökkentése és a káros mikrobiológiai folyamatok gátlása által, hanem az íz- és színekialakító hatás is (*Taormina 2014*). Mindemellett napjainkban már fontos szempontnak tekinthető a termelékenység és kihozatal -, valamint a hús víztartókéességének növelése is (*Shahidi et al. 2014*).

A húspácolási módszerekben megkülönböztetünk nedves és száraz pácolási eljárást. Nedves eljárás során a páckevertet vízben feloldják, és a húst ebbe a páclébe mártják. A nedves pácolás előnyének tekinthető, hogy a termék előbb eléri a pácérett állapotot. A pácolás lassú tömegtranszport műveletek közé tartozik. Ebben az esetben kétirányú tömegtranszport folyamat megy végbe a hús és a páclé között: a só a húsba diffundál, a húsból a víz pedig ozmózis hatására távozik. Így a szilárd összetevőkben történő változás eredményeként csökken az elérhető víz mennyisége, ami az enzimek és mikroorganizmusok okozta degradációs folyamatoknak kedvez (*Cárcel et al. 2012*). Mivel az áztatásos technológia egy hosszadalmas pácolási eljárás, a pácanyagok húsba való diffundálása függ a húson található zsírrétegtől és a pácolás hőmérsékletétől. Tekintve, hogy az immerziós pácolási eljárás sok időt vesz igénybe, ilyenkor a mikrobiológiai romlás is elkezdődhet. Ezt megelőzendően alkalmaznak pácolást gyorsító anyagokat, például aszkorbátot (*Shahidi et al. 2014*). Az immerziós technológia mellett ma már egyre elterjedtebbek azok az eljárások, amelyekkel lerövidíthető a pácolás folyamat, elérhető a páclé gyorsabb és egyenletesebb eloszlása a húsban (*Loneragan et al. 2019*). Léteznek még további tömegtranszport folyamatokat felgyorsító módszerek, ilyen például a vákuumkezelés, nyomáskezelés, PEF vagy az UH (*Cárcel et al. 2012*). Az élelmiszeriparban a hagyományos feldolgozó technológiák fejlesztésére, új eljárások kialakítására van szükség, hiszen egyre nagyobb szerepet kapnak a tudatos fogyasztói igények, szokások, melyek kielégítéséhez innovációra van szükség (*Ojha et al. 2018*). Ilyen jövőbe mutató nem-termikus technológiának tekinthető többek között a nagy

hidrosztatikus nyomás (HHP) és az ultrahang (UH) is. Ezekkel az új technológiákkal biztonságos, magas minőségű, nagy hozzáadott értékkel rendelkező élelmiszerek állíthatók elő, amelyek rendelkeznek a kívánt tápérték-, és állomány-béli, fizikai-kémiai tulajdonságokkal, valamint alig, vagy nem veszítenek az eredeti természetes minőségükből, jellegükből. Ezeknek a technológiáknak az alkalmazásával az élelmiszerek előállítási/gyártási ideje csökkenthető, ezáltal nemcsak az energiaigény lesz kevesebb, de a környezeti és anyagi költségek és terhek is mérsékelhetők (*Ojha et al. 2018; Heinz, V., & Buckow, R. et al. 2010*).

Az ultrahang alkalmazása során, amikor az egy közegben terjed, különböző fizikai (20-100 kHz) és kémiai (200-500 kHz) változásokat eredményez a közeg jellegétől függően. Ilyen változás lehet például a nyomás, a rezgés, vagy a keverés. Az UH általánosságban az anyagban lévő molekulák, a közeg összenyomódását és dekompresszióját okozza, aminek hatására a szilárd anyagok szivacs-szerűen ismételten összenyomódnak és elernyednek. Ez a „szivacs-jelenség” (mikrosztruktúra és mikroörvények képződése a felszínen) a folyadék szilárd test felszínén keresztül történő ki- és bevándorlását jelenti. A hullámok terjedése során az UH jellemző tulajdonságai (sebesség, csillapodás, frekvenciaspektrum és egyebek) is megváltozhatnak (*Cárcel, et al. 2012; Ojha et al. 2018; Ozuna et al. 2013*). Az UH alkalmazása során a folyékony közvetítő közegben a váltakozó nyomás hatására kavitációs buborékok képződnek az oldott gázok oldhatóságának lecsökkenése által. Az akusztikus kavitáció oszcilláló légbuborékokat képez, amelyek adiabatikusan összeomlanak. A buborékok kipukkadása által mikroörvények képződhetnek, amelyek hozzáütközhetnek a szilárd test felületéhez, ezáltal pedig folyadékrészecskék áramolhatnak be a szilárd testbe (*Cárcel et al. 2012; Wu Li et al. 2020*). Pácolás során a mikrobuborékokból a páclé áramlik be a húsbba, így gyorsabb és egyenletesebb a páclé diffúziója a hús szövetekbe. A diffúziós állandó exponenciálisan nő az UH intenzitásával (*Ojha et al. 2018*). Az UH ezen kívül hatással van más fizikokémiai tulajdonságokra is (állomány, vízáktivitás, főzési veszteség), és csökkenti a pácolási időt anélkül, hogy befolyásolná a húsminőséget.

A másik kíméletesebb tartósítási módszerként említendő nagy hidrosztatikus nyomáskezelés (HHP) az élelmiszeriparban az élelmiszerek tartósítására és módosítására szolgáló technológia, ami válasz a fogyasztói elvárásokra. A technológia alkalmazásával megőrizhetők a termék érzékszervi tulajdonságai, valamint értékes

összetevői (pl. aromákat, vitaminok), ugyanakkor mikrobiológiailag biztonságos eljárás (Salazar et al. 2020). Az összes élelmiszerösszetevő közül az izmokra (a glikolízis folyamata során) és izomfehérjékre (különösen a miofibrilláris fehérjék közötti kapcsolódásokra) van a legnagyobb hatással a nagy hidrosztatikus nyomás (Sun et al. 2010). A húsok és húskészítmények nyomáskezelése során nemcsak az eltarthatóság növelhető a mikrobák inaktiválása által, de puhul a hús, javulnak a fehérje és lipid összetevők funkcionális tulajdonságai, szabályozhatók az izmokban végbemenő enzimátikus folyamatok és egyebek. Jelentős a HHP ízfokozó hatása is, jobban érzékelhető a sós íz a nyomáskezelt húsban. A nyomáskezelés javítja a húskészítmény alapanyagául szolgáló nyers hús vízmegkötő képességét, és így akár csökkentett a sótartalmú termék előállításához is jó alternatív technológia lehet (Bajovic et al. 2012; Smetana et al. 2019).

## ANYAG ÉS MÓDSZER

A kísérletek elvégzése csont nélküli sertéskaraj felhasználásával történtek. A mintákat 10%-os nitrítés pácstól tartalmazó páclében pácoltuk. Az alkalmazott kezelések a következők voltak:

1. nyers hús: semmilyen kezelés nem történt
2. kontroll: 5 min-ig páclében áztatott minta
3. UH kezelt: ultrahanggal kiegészített pácolás → 5 min, 20 kHz
4. HHP kezelt: nagy hidrosztatikus nyomású kezeléssel kiegészített pácolás → 5 min, 300 MPa
5. UH + HHP kezelt minta: UH-val majd HHP-vel kiegészített pácolás → 2,5 min 20 kHz + 2,5 min 300 MPa
6. HHP + UH kezelt minta: HHP-vel majd UH-val kiegészített pácolás → 2,5 min 300 MPa + 2,5 min 20 kHz

Minták mérete: 3 cm vastag, 1,8 cm átmérőjű húsdarabok. Minden kezelés során 6 db húsminta pácolása történt ≈120 g páclében, összesen 5 percre, kezeléstől függetlenül.

### **Ultrahang (UH)**

20 KHZ frekvenciájú, 400 W névleges teljesítményű UH készülék alkalmazásával (Sonic Digital ULC Premium) egészítettük ki a pácolást. A készülék 90% határfokon működik, ami 360 W valódi teljesítményt jelent. Az UH szonda sugárzó felületének átmérője  $d = 60$  mm. A valódi teljesítmény és a sugárzó felület hányadosa alapján az intenzitás  $12,73 \text{ W/cm}^2$ . A húsmintákat és a páclevet egy főzőpohárba helyeztük, majd elvégeztük a kontakt UH szonda segítségével a kezelést.

### **Nagy hidrosztatikus nyomáskezelés (HHP)**

A nagy hidrosztatikus nyomáskezeléseket Resato FPU 100-2000 berendezéssel hajtottuk végre. A kezelésekhöz flexibilis, szivárgásmentesen záródó polietilén tasakokat alkalmaztunk, amelyek 120 g páclevet és a húsmintákat tartalmaztak. A nyomáskezelés 300 MPa nyomáson 5 perc nyomáson tartási idővel történt.

A kezelt mintákon a következő méréseket végeztük el:

### **Színmérés**

A minták színmérése Konica Minolta CR 400 típusú tristimulusos színmérő készülékkel történt. A CIE  $L^*a^*b^*$  rendszer által meghatározott három szintényezőt mértük:  $L^*$ : világossági szintényező;  $a^*$ : vörös-zöld szintényező,  $b^*$ : sárga-kék szintényező.

### **Sótartalom meghatározás**

A pácolás során a húsba diffundált só mennyiségének meghatározása argentometriás csapadékos titrálással, Mohr-féle sótartalom meghatározással történt. Az élelmiszer (hús) oldatban jelen levő  $\text{Cl}^-$  ionok az  $\text{AgNO}_3$ -tal fehér csapadékot képeznek. A feleslegbe kerülő  $\text{AgNO}_3$  mérőoldat és  $\text{K}_2\text{CrO}_4$  oldattal barnás-vörös csapadékot alkotva jelzi a titrálás (a reakciók) végét (Korányi et al., 1990). A mérés elvégzéséhez 5 g minta bemérése szükséges, amit desztillált vízzel történő feltöltés után  $90^\circ\text{C}$ -on 30 percig hőkezeltünk. Ezt követően a lehűtött mintákat desztillált vízzel jelre töltöttük, majd leszűrtük. 10 ml szűrlethez 5 csepp 5%-os  $\text{K}_2\text{CrO}_4$  indikátor oldatot adtunk, majd  $\text{AgNO}_3$  oldattal narancsos-vörös színátmenetig titráltuk. A kapott fogyásokból a következő képlettel számítható ki a minták sótartalma:

$$\text{só tartalom } \left( \frac{\text{mg}}{\text{g}} \right) = \frac{V * f * E * V_{\text{lombik}}}{V_t * m}, \text{ ahol}$$

$V$  – a mérőoldat fogyás (ml)

$f$  – mérőoldat faktora

$E$  – sóegyenérték (mg)

$V_{\text{lombik}}$  – a mérőlombik térfogata (ml)

$V_t$  – a titrált térfogat (ml)

$m$  – bemért húsminta tömege (g).

### ***Gélelektroforetikus vizsgálat***

A különböző pácolási kezelések miofibrilláris és szarkoplazma fehérjékre gyakorolt hatásának vizsgálata SDS-poliakrilamid gélelektroforetikus vizsgálat alkalmazásával történt, amellyel molekulatömeg alapján különíthetők el a különböző fehérjék. Bio-Rad Mini-PROTEAN Tetra Cell készüléket alkalmaztunk a fehérjék elválasztásához, amely vertikális kialakítású rendszer. A méréshez 15%-os fő- és 6 %-os akrilamid gyűjtőgél (*Laemmli 1970*), és analitikai tisztaságú vegyszereket használtunk. Referenciaként 10 db eltérő (250 kDa – 10 kDa) molekulatömegű fehérje standard szolgált. Az elválasztás 200V-on történt, ez a folyamat megközelítőleg 45-60 percet vett igénybe. Jelölő festékként a futtató puffer és brómfenolkék keverékét használtunk, a szétválasztási folyamat végét jelzi, ha a jelölő festék elérte a gél alsó részét. A futtatás utáni fixálás 20%-os TCA-val (tri-klór ecetsav) történt (20 perc). Ezt követően elvégeztük a PAGE-gélmosást, végül a gélek színezését Coomassie Brilliant Blue 0,2%-os festékoldattal (20 perc), a felesleges festék eltávolítása 10%-os ecetsav oldattal történt. Az eredmények rögzítését Gel Doc XR+ Gel Documentation System-ben, a mérések kiértékelését pedig Quantity One 1-D Analysis Software és Image Lab Software programokkal végeztük.

### ***Elektronmikroszkóp (SEM)***

Páasztázó elektronmikroszkóp segítségével a különböző pácolási módok (hagyományos, UH, HHP, UH+HHP, HHP+UH) izomrostokra, miofibrillumokra, és azok szerkezeti változásaira gyakorolt hatását vizsgáltuk. A felvételeket Thermo Scientific™ Prisma™ E SEM elektronmikroszkóppal készítettük. A mérés elvégzése a következő lépésekből állt:

1. Minta tisztítása és feldarabolása legfeljebb 5 mm nagyságú darabokra
2. Ragasztás
3. Minták vezetőképessé tétele
4. Vizsgálat és felvét elkészítés

A pásztázó elektronmikroszkópos vizsgálatok a megfelelő felbontású képalkotáshoz jellemzően nagy vákuumot (általában 0,001 Pa, maximum 50 Pa) használnak, amely a magas, 65-70 m/m%-os víztartalmú húsmintákat erősen kiszárítaná. Környezeti üzemmódban a mérés 100%-os páratartalomban, 300 Pa körüli nyomáson történt.

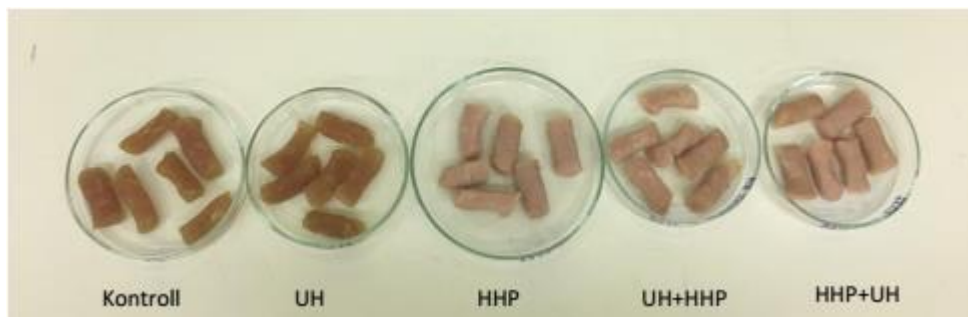
### **Statisztikai értékelés**

Az elvégzett mérések során kapott eredmények statisztikai értékelése IBM SPSS 23.0.0 verziószámú statisztikai szoftverrel történt. Az adatsorokon egytényezős varianciaanalízist (ANOVA) végeztünk  $p < 0,05$  szignifikancia szint mellett.

## **EREDMÉNYEK**

### **Húsminták színének változása a kezelések hatására**

A színmérés eredményit összehasonlítva látható (1. ábra), hogy a nyers mintához képest mindegyik pácolt minta színe kisebb vagy nagyobb mértékben eltér, annak ellenére, hogy a pácolást minden esetben nitrites pácsót tartalmazó páclében végeztük.

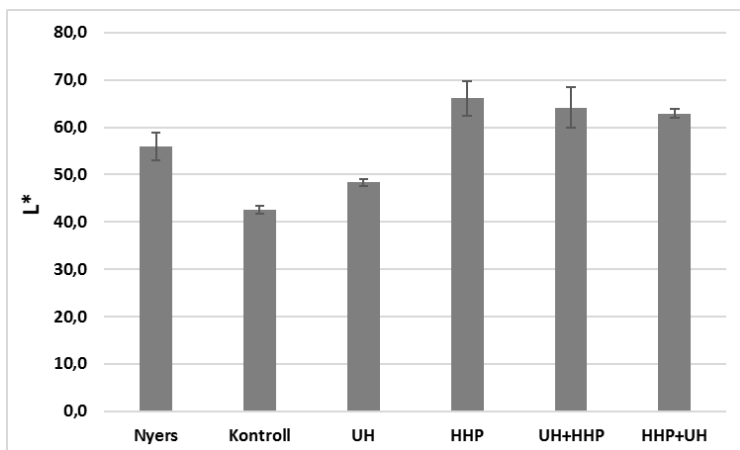


8. ábra: A különböző pácolási kezeléseken átesett húsokról készült felvétel

Figure 1: A picture of meat cured in different ways

A színmérés eredményeit ábrázoló diagramok (2. és 3. ábra) y tengely beosztása a jobb szemléltethetőség miatt különböző.





9. ábra: A pácolt hús világossági tényező (L\*) értékeinek alakulása a különböző kezelések függvényében

Figure 2: Evolution of the lightness factor (L\*) values of cured meat as a function of the different treatments

A világossági tényező, vagyis az L\* mérése során kapott eredményeket a 2. ábra szemlélteti. A diagramon látható, hogy a kontroll és az ultrahanggal kezelt minták esetében a nyers mintához képest csökkenés figyelhető meg az L\* értékekben. Ellenben a szimpla HHP kezelés vagy a kombinált kezelések (UH+HHP; HHP+UH) esetében megnövekedett a világossági tényező, a hús színe tehát fakóbb lett. Az L\* világossági tényező növekedése akkor jelentkezik, amikor már nem maradt több mioglobin a felszínen, és nő a fény szétszóródása a fehérjedenaturáció következtében (Warner 2014). A világossági tényező értékek statisztikai elemzéséből kiderül, hogy a különböző módon pácolt minták esetén szignifikáns különbség mutatkozik az L\* tekintetében. Azt, hogy mely minták között mutatkozik ez a különbség, és melyek térnek el kevésbé egymástól, a Tukey-teszt mutatja meg. Ez alapján a vizsgált 6 db minta között elkülöníthetünk 3 csoportot: nem különbözik szignifikánsan egymástól (1) a kontroll és az UH kezelt minta, (2) a nyers és az UH+HHP kezelt minta, valamint (3) az önmagában, vagy kombináltan HHP kezelésen átesett minták világossági tényező szempontjából (1. táblázat). A 3 különböző csoportban tartozó minták között azonban a különbség statisztikailag is alátámasztható.

1. táblázat: A különböző pácolási kezelések világossági tényező (L\*) értékeinek statisztikai értékelése (Tukey teszt)

Table 1: Statistical evaluation of the lightness factor (L\*) values of the different curing treatments (Tukey test)

**L\***

Tukey HSD<sup>a,b</sup>

Minta	N	Subset		
		1	2	3
kontroll	3	42,6033		
UH	3	48,3667		
nyers	3		55,9467	
HHP+UH	3		62,9400	62,9400
UH+HHP	3			64,1600
HHP	3			66,0967
Sig.		,151	,060	,689

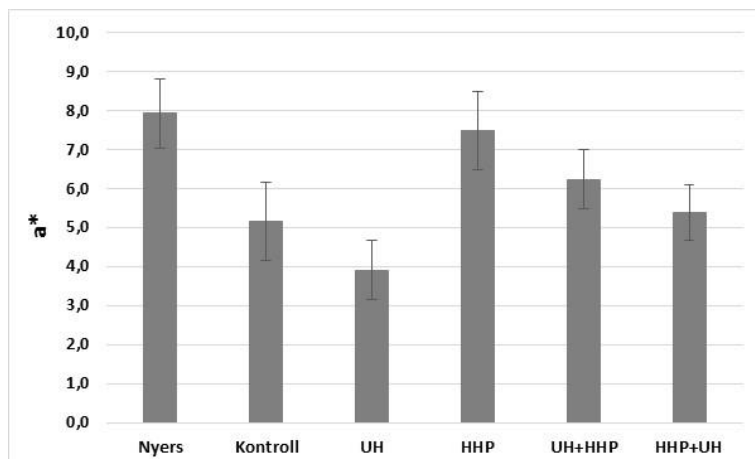
Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

Based on observed means.

The error term is Mean Square(Error) = 6,939.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 3,000.

b. Alpha = ,05.



10. ábra: A pácolt hús vörös-zöld szintényező (a\*) értékeinek alakulása a különböző kezelések függvényében

Figure 3: Evolution of the red-green colour factor (a\*) values of cured meat as a function of different treatments

Az  $a^*$  tényező esetén (3. ábra), amely a vörös-zöld szint jelöli, a szimpla HHP kezelésen átesett minta rendelkezett a nyers húshoz hasonló értékkel. Az összes többi kezelés mintánál csökkent a vörös színezet a nyers húshoz képest, legnagyobb mértékben a szimpla UH kezelt minta esetében. A kombinált módon pácolt húsok közül a HHP + UH mintánál mértünk a kontroll mintához hasonló értéket. Az  $a^*$  szintényező értékek csökkenése a mioglobinn, különösképp az oximioglobin szint csökkenését jelenti. Az  $a^*$  Tukey-tesztje alapján elmondható (2. táblázat), hogy a nyers minta szignifikánsan vörösebb volt, mint az UH-val kezelt hús, a többi minta esetén azonban nem mutatkozott statisztikailag is alátámasztható vörös színezet-béli különbség.

2. táblázat: A különböző pácolási kezelések vörös-zöld szintényező ( $a^*$ ) értékeinek statisztikai értékelése (Tukey teszt)

Table 2: Statistical evaluation of the red-green colour factor ( $a^*$ ) values of the different curing treatments (Tukey test)

$a^*$

Tukey HSD<sup>a,b</sup>

Minta	N	Subset		
		1	2	3
UH	3	3,9067		
kontroll	3	5,1567	5,1567	
HHP+UH	3	5,3800	5,3800	
UH+HHP	3	6,2400	6,2400	6,2400
HHP	3		7,4700	7,4700
nyers	3			7,9300
Sig.		,052	,055	,226

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

Based on observed means.

The error term is Mean Square(Error) = ,736.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 3,000.

b. Alpha = ,05.

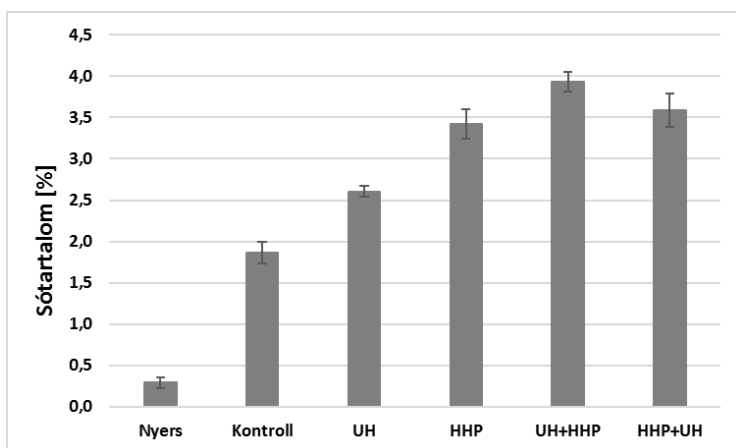
Az UH és/vagy HHP pácolt húsok színének megváltozása tekintetében az UH kezelés bizonyult a legkíméletesebb technológiának, így érhető el a legkisebb színelkülönbség. Bármelyik más esetben, ahol HHP kezelést alkalmaztunk, jelentős változás, fakulás volt tapasztalható a fehérjedenaturáció, különösképp a mioglobinn megváltozása miatt.

Az UH színre gyakorolt hatását *Alarcon-Rojo és társai (2018)* is vizsgálták. Bizonyos esetekben az UH kezelés különösebben nem változtatja meg a hús színét. Ez azzal

magyarázható, hogy az UH indukált hő nem elegendő a fehérjedenatrációhoz. Azonban az ellenkezőjéről is beszámoltak, vagyis műszeres színvizsgálat eredményeként kimutatták, hogy az UH (22W/cm<sup>2</sup>) hatására világosodik a hús, kevésbé pirosas, mint inkább sárgás-narancsos szín jelent meg, ami az oximioglobinnel kialakulására utal. Azonban végeredményben szemmel látható különbséget nem tapasztaltak az UH kezelt és a kontroll minta között a bírálók az érzékszervi értékelés során. *Vercammen és társai (2011)* HHP kezelt és kontroll minta közötti különbséget vizsgálták, azonban ők sem tapasztaltak szemmel látható különbséget a minták között.

### ***Húsminták sótartalmának alakulása a kezelések hatására***

A sótartalom meghatározás során kapott eredményeket a 4. ábra szemlélteti. A diagramon ábrázolt értékekből szembetűnő, hogy mind a kontroll, mint a különböző kezeléssel átesett minták sótartalma jelentősen eltér a nyers hús esetében mért értéktől. A HHP önmagában, vagy kombinációban történő alkalmazásának hatására jelentős növekedés látható a mért paraméternél. Legnagyobb sótartalom értéket az UH+HHP kombinált alkalmazása során tapasztaltuk. A kontroll mintához képest (1,86 mg/g) több, mint duplájára nőtt a sótartalom a kombinációban alkalmazott kezelések hatására (3,93 mg/g). Ez az UH kezeléssel járó akusztikus kavitáció hatására létrejövő szerkezeti változással magyarázható (izomrostok közötti megnövekedett távolság) (*Ojha et. al. 2016*), hiszen így a HHP kezelés következtében a sódiffúzió könnyebben végbement. A statisztikai értékelés alapján (*3. táblázat*) a HHP kezelés és a kombinált kezelések között nem mutatkozott különbség, az összes többi minta sótartalma szignifikánsan különbözik egymástól.



11. ábra: A pácolt hús sótartalmának alakulása a különböző kezelések függvényében

Figure 4: Evolution of the salt content of cured meat in relation to the different treatments

3. táblázat: A különböző pácolási kezelések sótartalom értékeinek statisztikai értékelése (Tukey teszt)

Table 3: Statistical evaluation of the salinity values of different curing treatments (Tukey test)

**Sótartalom**

Tukey HSD<sup>a,b</sup>

Minta	N	Subset				
		1	2	3	4	5
nyers	3	,2933				
kontroll	3		1,8633			
UH	3			2,6067		
HHP	3				3,4200	
HHP+UH	3				3,5867	3,5867
UH+HHP	3					3,9333
Sig.		1,000	1,000	1,000	,660	,070

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

Based on observed means.

The error term is Mean Square(Error) = ,018.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 3,000.

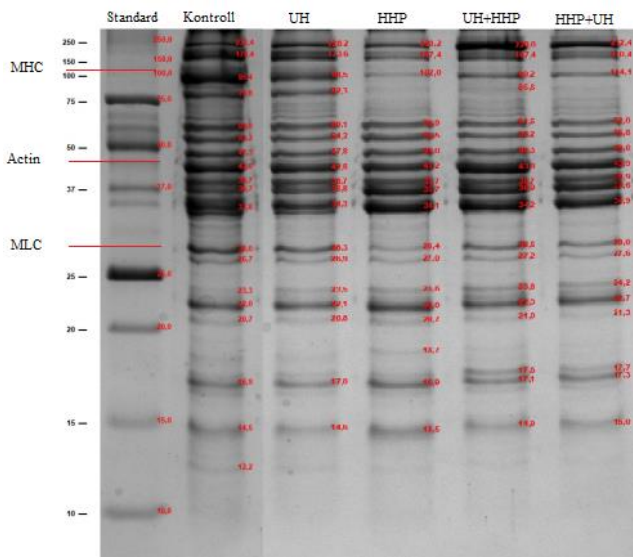
b. Alpha = ,05.

Elmondható tehát, hogy az alkalmazott kezelések szignifikánsan hatnak a sótartalomra. Ennek oka a kezelések hatására bekövetkező gyorsabb sódiffúzió. Így tehát azonos sómennyiség eléréséhez rövidebb idő szükséges, valamint egyes kutatások alapján a sós

érzet erősebb a kezelések hatására (*Clariana et al. 2011*). A sósabb ízérzet a fehérjék és a  $\text{Na}^+$  ionok között gyengült kapcsolattal magyarázható. A kezelések ezen hatása nagy előnyt jelenthet a továbbiakban a sócsökkentésre irányuló kísérletek szempontjából.

### ***Gélelektroforetikus vizsgálat eredményei***

Az SDS-PAGE gélelektroforézis segítségével a miofibrilláris és szarkoplazma fehérjék változásai vizsgálhatók. A miofibrilláris fehérjék esetében az aktin, illetve a miozin (könnyű - és nehéz láncú) változásainak nyomonkövetése történt a kísérlet során (5. ábra). A lefuttatott gélről készült kép alapján az mondható el, hogy az aktin minden kezelés esetében stabil maradt, denaturáció/aggregáció nem volt tapasztalható. A miozinnál azonban ez nem elmondható. Mind a könnyű láncú (MLC), mind a nehéz láncú (MHC) miozint illetően a HHP kezelésnél jelentősen csökkent a sávintenzitás, ami denaturációra és/vagy aggregációra utal. A sávok vizsgálatából arra lehet következtetni, hogy az UH kezelés nincs olyan jelentős hatással a fehérjék szerkezeti változására, mint a HHP. Az UH kezelés hatására csak kismértékű csökkenés figyelhető meg a sávintenzitásban. Ezt a kombinált kezelések eredményei is alátámasztják, hiszen annál a mintánál, ahol a HHP kezelést alkalmaztuk először, a miozin nagyobb mértékben roncsolódott. Egyes tanulmányokban azonban marhahús esetén a nehéz láncú miozin denaturálódása volt megfigyelhető UH kezelés hatására. A kezelés során kialakulnak az MHC polimerek a diszulfid kötések képződése által (*Kang et al. 2016*).



12. ábra: A pácolt hús miofibrillaris fehérjéiről készült gélelektroforézis felvétel a különböző kezelések függvényében

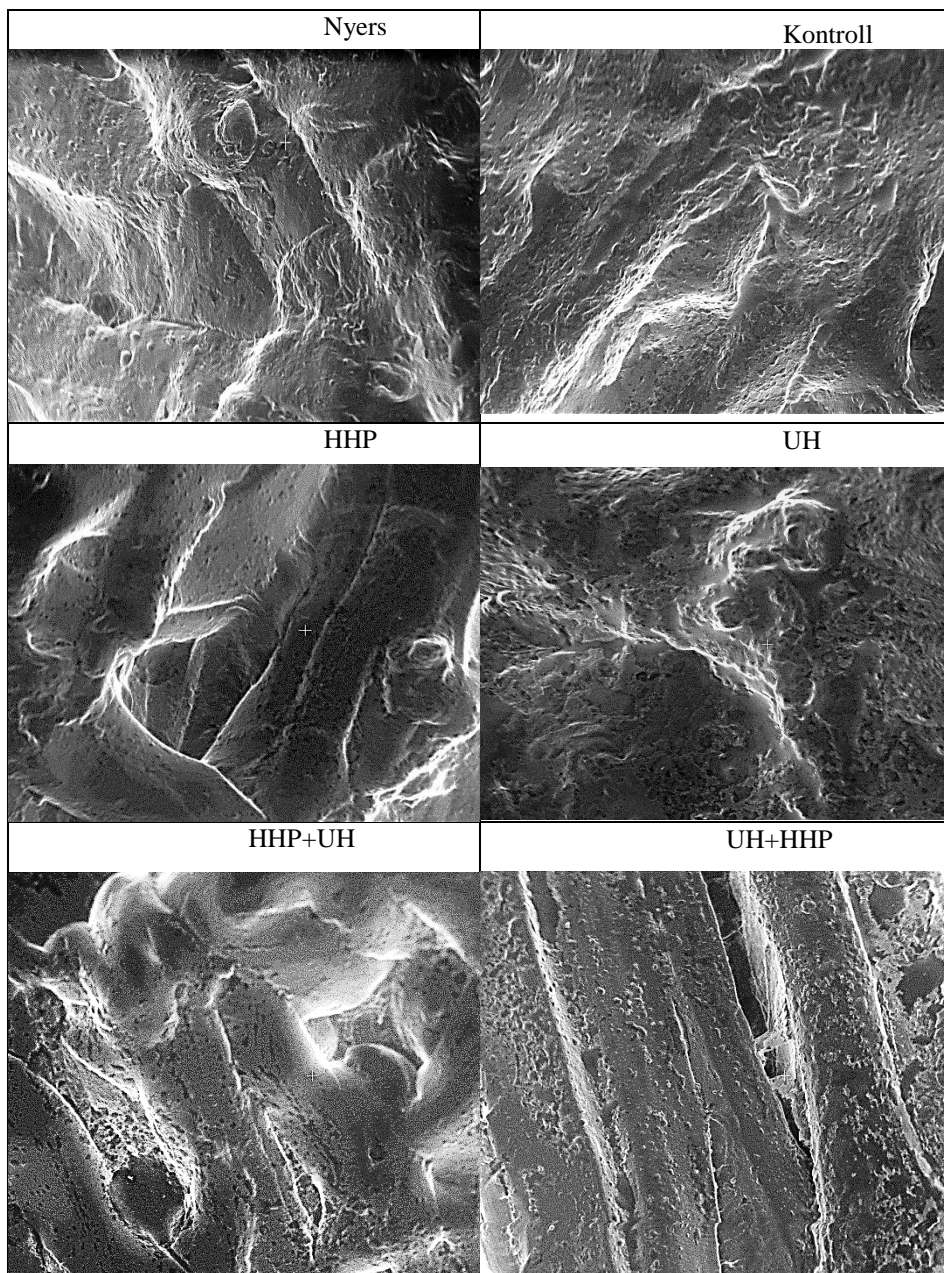
Figure 5: Gel electrophoresis image of myofibrillar proteins in cured meat as a function of different treatments

Hasonló szerkezeti változás volt tapasztalható a szarkoplazma fehérjék esetében is (6. ábra). A mioglobin a HHP kezelés hatására denaturálódott a legnagyobb mértékben. Ezt a színmérés során kapott eredmények is alátámasztják, hiszen a nyomáskezelt minták esetében nagymértékű fakulás volt látható.





hatására. Az elkészített mikroszkópos képek alapján megállapítható, hogy a hagyományos módon kivitelezett pácolás (kontroll minta) nem okozott jelentősebb szerkezeti változást a húspan. A nyers és a kontroll minta között nem látható szerkezeti változás. Szembetűnő változás az UH kezelt minták (UH és UH+HHP) esetében figyelhető meg. A kezelés hatására a húspan felszíne nagymértékben roncsolódott, apró lyukak láthatók. Ez valószínűleg a kavitáció következtében kialakuló majd szétronbanó mikrobuborékoknak köszönhető (*Ozuna et al. 2013*). A kavitáció következtében kialakuló nyomásingadozás, valamint lökéshullámok következtében a rostok fellazulnak, a hús szerkezete jelentősen megváltozik. Mind a HHP, mind az UH (illetve kombinációikkal) kezelt minta esetén elmondható, hogy összehasonlítva a nyers hús képével, szerkezeti változás figyelhető meg. A HHP kezelés hatására duzzadtabb rostok figyelhetők meg. A húspan szerkezete fellazult, kevésbé kötött, mely érzékszervi szempontból előnyös, hiszen jobb rághatóságot, kedvezőbb állományt biztosít a terméknek.



14. ábra: A pácolt hús 1000x-es nagyítással készült elektronmikroszkópos képei (100  $\mu\text{m}$ ) a különböző egyszeres és kombinált kezelések függvényében

Figure 7: Electron micrographs (100  $\mu\text{m}$ ) of cured meat taken at 1000x magnification as a function of different treatments

## **KÖVETKEZTETÉS**

A megnövekedett népesség napjainkban megköveteli az egyre nagyobb fogyasztói elvárások kielégítését. Emiatt a folyamatos bővülésre és termelésre kényszerített húsiparnak olyan gyors és azonnali megoldást kell találnia a kereslet kiszolgálására, amelyek hatékonyak, mégis kíméletesek és fenntarthatóak. Az alternatív pácolási módszerek összehasonlításából kiderül, hogy mind az ultrahang, mind a nagy hidrosztatikus nyomás húsipari alkalmazása számos benefittel jár akár önmagában, akár kombináltan használjuk őket. A két technológia előre mutatóan alkalmazható, habár kivitelezés szempontjából komplexitást jelenthet a hagyományos pácolási technológiával szemben. Érdemes figyelembe venni az UH és HHP kombinált alkalmazása összetettebb technológia a hagyományoshoz képest, azonban ezt ellensúlyozza a lecsökkent előállítási idő, az elért termék minősége. Habár mindkét technológia jelentős anyagi ráfordítást igényel, azonban ez hosszú távon megtérül energia, környezeti terhelés/tehermentesítés szempontjából egyaránt.

## **KÖSZÖNETNYÍLVÁNÍTÁS**

„A PUBLIKÁCIÓ AZ INNOVÁCIÓS ÉS TECHNOLÓGIAI MINISZTERIUM ÚNKP-21-3. KÓDSZÁMÚ ÚJ NEMZETI KIVÁLÓSÁG PROGRAMJÁNAK A NEMZETI KUTATÁSI, FEJLESZTÉSI ÉS INNOVÁCIÓS ALAPBÓL FINANSZÍROZOTT SZAKMAI TÁMOGATÁSÁVAL KÉSZÜLT.”

„A KUTATÁST A MAGYAR AGRÁR- ÉS ÉLETTUDOMÁNYI EGYETEM - AZ INNOVÁCIÓS ÉS TECHNOLÓGIAI MINISZTERIUM ÁLTAL FINANSZÍROZOTT - TKP2020-NKA-16 TÉMATERÜLETI KIVÁLÓSÁGI PROGRAMJA TÁMOGATTA.”

## EFFECT OF ULTRASOUND AND HIGH HYDROSTATIC PRESSURE ON PORK MEAT BRINING

ANNA VISY<sup>1</sup>- KARINA ILONA HIDAS<sup>1</sup>- ZSUZSANNA KOÓSZ<sup>1</sup>- ANNAMÁRIA  
BARKÓ<sup>1</sup>- ZSUZSANNA HORVÁTH-MEZŐFI<sup>1</sup>-LIEN PHUONG LE NGUYEN<sup>1,2</sup>-  
LÁSZLÓ FRIEDRICH<sup>1</sup>-GÁBOR JÓNÁS<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Institute of Food Science and Technology, Hungarian University of Agriculture and  
Life Sciences, Budapest

<sup>2</sup> Institute of Biotechnology and Food Technology, Industrial University of Ho Chi  
Minh City, Ho Chi Minh, Vietnam

### SUMMARY

Brining is based on the migration of sodium chloride (NaCl) to the meat. The diffusion of NaCl into the meat is usually slow. Therefore, brining process is often complemented with other treatments. In this work, cylindrical shape pork loin (*Longissimus dorsi*) samples were used to evaluate the effects of ultrasound and high hydrostatic pressure treatments, including their combinations, on meat brining. The samples were immersed into 100 g/L NaCl brine. They were treated with 20 kHz ultrasound (US) for 5 min or pressurized (HHP) at 300 MPa for 5 min on room temperature. Combined treatments were also studied in this work. HHP of 300 MPa, for 2.5 min at room temperature before and after US treatment at 20 kHz for 2.5 min was applied on pork meat. The effects of US, HHP and their combined treatments on NaCl content, surface color, protein denaturation and tissue microstructure of pork meat were investigated. Results showed that US and HHP treatment significantly ( $p < 0.05$ ) increased the NaCl content compared to control samples. The NaCl content of samples was the highest for the US+HHP treatment (3.93%). In addition, the lightness ( $L^*$ ) of the meat samples increased dramatically for all treatments. Samples treated with ultrasound had significant changes in meat tissue microstructure.

**Keywords:** curing, high hydrostatic pressure (HHP), ultrasound (US)

**IRODALOMJEGYZÉK**

- A.D. Alarcon-Rojo - L.M. Carrillo-Lopez - R. Reyes-Villagrana - M. Huerta-Jiménez - I.A. Garcia-Galicia (2018). Ultrasound and meat quality: A Review, *Ultrasonics Sonochemistry*
- Bajovic, B. - Bolumar, T. - Heinz, V. (2012). Quality considerations with high pressure processing of fresh and value added meat products. *Meat Science*, 92(3), pp 280–289.
- Da-cheng Kang - Yun-he Zou - Yu-ping Cheng - Lu-juan Xing - Guang-hong Zhou - Wang-gang Zhang (2016). Effects of power ultrasound on oxidation and structure of beef proteins during curing processing. *Ultrasonics Sonochemistry* 33 pp 47–53.
- Grossi, A. - Bolumar, T. - Søltoft-Jensen, J. - Orlien, V. (2014). High pressure treatment of brine enhanced pork semitendinosus: Effect on microbial stability, drip loss, lipid and protein oxidation, and sensory properties. *Innovative Food Science & Emerging Technologies*, 22, pp 11–21.
- Heinz, V. - Buckow, R. (2010). Food preservation by high pressure. *Journal für Verbraucherschutz und Lebensmittelsicherheit*, 5(1), pp 73–81
- Kumari S. Ojha - Brijesh K. Tiwari - Colm P. O'Donnell (2018). Effect of Ultrasound Technology on Food and Nutritional Quality. *Advances in Food and Nutrition Research* Volume 84, pp 207-240
- Kumari S. Ojha - Derek F. Keenan - Aurelia Bright - Joseph P. Kerry - Brijesh K. Tiwari (2015). Ultrasound assisted diffusion of sodium salt replacer and effect on physicochemical properties of pork meat. *International Journal of Food Science and Technology* 51 (2016), pp 37–45.
- Laemmli, U. (1970). Cleavage of Structural Proteins during the Assembly of the Head of Bacteriophage T4. *Nature* **227**, pp 680–685
- Maria Clariana - Luis Guerrero - Carmen Sárraga - Isabel Díaz - Ángel Valero - José A. García-Regueiro (2011). Influence of high pressure application on the nutritional, sensory and microbiological characteristics of sliced skin vacuum packed dry-cured ham. Effects along the storage period. *Innovative Food Science and Emerging Technologies* 12 pp 456–465.
- Ozuna, C. - Puig, A. - García-Pérez, J. V. - Mulet, A. - Cárcel, J. A. (2013). Influence of high intensity ultrasound application on mass transport, microstructure and textural

properties of pork meat (Longissimus dorsi) brined at different NaCl concentrations. *Journal of Food Engineering*, 119(1), pp 84–93.

Salazar, F. A. - Yildiz, S. - Leyva, D. - Soto-Caballero, M. - Welte-Chanes, J. - Anubhav, P. S. - Lavilla, M. - Escobedo-Avellaneda, Z. (2020). HHP Influence on Food Quality and Bioactive Compounds: A Review of the Last Decade. *In Reference Module in Food Science*. Elsevier.

Sergiy Smetana – Nino Terjung - Kemal Aganovic - Amali U. Alahakoon - Indrawati Oey - Volker Heinz (2019). Emerging Technologies of Meat Processing. *Sustainable Meat Production and Processing*, pp 181-205

Shahidi, F. - Samaranayaka, A. G. P. - Pegg, R. B. (2014). Curing | Brine Curing of Meat. In M. Dikeman & C. Devine (Szerk.), *Encyclopedia of Meat Sciences* (Second Edition) pp 416–424

Shahidi, F. - Samaranayaka, A. G. P. - Pegg, R. B. (2014). Curing | Brine Curing of Meat. In M. Dikeman & C. Devine (Szerk.), *Encyclopedia of Meat Sciences* (Second Edition) pp 416–424

Cárcel, J. A. - García-Pérez, J. V. - Bedito, J. - Mulet, A. (2012). Food process innovation through new technologies: Use of ultrasound. *Journal of Food Engineering*, 110(2), pp 200–207

Lonergan, S. - Topel, D. - Marple, D. (2019). Fresh and cured meat processing and preservation. *The Science of Animal Growth and Meat Technology* (Second Edition) pp 205-228

Sun, X. D. - Holley, R. A. (2010). High Hydrostatic Pressure Effects on the Texture of Meat and Meat Products. *Journal of Food Science*, 75(1), pp 17-23

Taormina, P. J. (2014). Meat and poultry | Curing of Meat. In C. A. Batt & M. L.

Tortorello (Szerk.), *Encyclopedia of Food Microbiology* (Second Edition) pp 501–507

Vercammen, A. - Vanoirbeek, K. G. A. - Lurquin, I. - Steen, L. - Goemaere, O. - Szczepaniak, S. - Paelinck, H. - Hendrickx, M. E. G. - Michiels, C. W. (2011). Shelflife extension of cooked ham model product by high hydrostatic pressure and natural preservatives. *Innovative Food Science & Emerging Technologies*, 12(4), pp 407–415

Warner, R. (2014). Measurement of meat quality | Measurements of Water-holding Capacity and Color: Objective and Subjective. In M. Dikeman & C. Devine (Szerk.), *Encyclopedia of Meat Sciences* (Second Edition) pp 164–171

Wu Li - Charitha J. Gamlath - Rachana P. - Gregory J. O. Martin - Muthupandian A. (2021). Ultrasound – The Physical and Chemical Effects Integral to Food Processing. *Innovative Food Processing Technologies* pp 329-358

*A szerzők levélcíme – Adress of the authors:*

Visy Anna

Magyar Agrár-és Élettudományi Egyetem,  
Élelmiszertudományi- és Technológiai Intézet,  
Állatitermék- és Élelmiszertartósítási Technológia Tanszék  
1118, Budapest, Ménesi út 43-45.  
e-mail: Visy.Anna@phd.uni-mate.hu

Hidas Karina Ilona

Magyar Agrár-és Élettudományi Egyetem,  
Élelmiszertudományi- és Technológiai Intézet,  
Állatitermék- és Élelmiszertartósítási Technológia Tanszék  
1118, Budapest, Ménesi út 43-45.  
e-mail: Hidas.Karina.Ilona@phd.uni-mate.hu

Koósz Zsuzsanna

Magyar Agrár-és Élettudományi Egyetem,  
Élelmiszertudományi- és Technológiai Intézet,  
Állatitermék- és Élelmiszertartósítási Technológia Tanszék  
1118, Budapest, Ménesi út 43-45.  
e-mail: koosz.zsuzsi@gmail.com

Barkó Annamária

Magyar Agrár-és Élettudományi Egyetem,  
Élelmiszertudományi- és Technológiai Intézet,  
Állatitermék- és Élelmiszertartósítási Technológia Tanszék  
1118, Budapest, Ménesi út 43-45.  
e-mail: Barko.Annamaria@phd.uni-mate.hu

Horváth-Mezőfi Zsuzsanna

Magyar Agrár-és Élettudományi Egyetem,

Élelmiszertudományi- és Technológiai Intézet,

Állatitermék- és Élelmiszertartósítási Technológia Tanszék

1118, Budapest, Ménesi út 43-45.

e-mail: Horvath-Mezofi.Zsuzsanna@uni-mate.hu

Lien Phoung Le Nguyen

Magyar Agrár-és Élettudományi Egyetem,

Élelmiszertudományi- és Technológiai Intézet,

Állatitermék- és Élelmiszertartósítási Technológia Tanszék

1118, Budapest, Ménesi út 43-45.

e-mail:

Dr. Friedrich László

Magyar Agrár-és Élettudományi Egyetem,

Élelmiszertudományi- és Technológiai Intézet,

Állatitermék- és Élelmiszertartósítási Technológia Tanszék

1118, Budapest, Ménesi út 43-45.

e-mail: Friedrich.Laszlo.Ferenc@uni-mate.hu

Dr. Jónás Gábor

Magyar Agrár-és Élettudományi Egyetem,

Élelmiszertudományi- és Technológiai Intézet,

Állatitermék- és Élelmiszertartósítási Technológia Tanszék

1118, Budapest, Ménesi út 43-45.

e-mail: Jonas.Gabor@uni-mate.hu



**AGRÁRÖKONÓMIA, VIDÉKFEJLESZTÉS ÉS  
SZAKTANÁCSADÁS SZEKCIÓ**



## EGY MEZŐGAZDASÁGI VÁLLALKOZÁS NÖVÉNYTERMESZTÉSI TEVÉKENYSÉGÉNEK GAZDASÁGI ELEMZÉSE ÉS A PRECÍZIÓS GAZDÁLKODÁS BEVEZETÉSÉNEK ÉRTÉKELÉSE

FERENCZ ÁRPÁD<sup>1</sup> – VOJNICH VIKTOR<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Szegedi Tudományegyetem, Mezőgazdasági Kar, Gazdálkodási és Vidékfejlesztési  
Intézet

<sup>2</sup> Szegedi Tudományegyetem, Mezőgazdasági Kar, Növénytudományi és  
Környezetvédelmi Intézet

### ÖSSZEFOGLALÁS

A jelen munkánkban a 2018-2020-as időszakban a durum búza, a repce és a napraforgó kultúrák termesztésének gazdasági elemzését tűztük ki célul. Vizsgáltuk a termesztés gépi munkáinak költségeit, a termesztés anyagfelhasználását és annak költségeit műtrágya, növényvédőszer, üzemanyag és vetőmag vonatkozásában. A szállítási, szolgáltatási, bérleti díjakkal és az általános költségekkel együtt megállapításra kerültek a termelés összes költségei. Az elkészített ágazati tervek végeredményének összesítéséből kiszámítottuk a termesztés bevételeit, az Európai Unió támogatások figyelembevételével a termelési értéket és az ágazati eredményeket EU-s támogatásokkal és a nélkül. Megállapítottuk, hogy a 2018-2020-as időszakban Európai Unió támogatások nélkül egyes ágazatok jelentős veszteséget termelnének az átlagosan a 12-15 AK minőségű területeken. Kiszámítottuk, hogy a jelenlegi támogatási rendszer hozzájárul ahhoz, hogy az önmagában veszteséges ágazat nyereséget produkáljon. Munkánkban vizsgáltuk a precíziós technológia bevezetéséből származó megtakarításokat, amelyeket a költségek tekintetében hasonlítottuk össze. Kalkuláltuk a precíziós termeléshez szükséges eszközberuházás bekerülési értékét, és annak megtérülési lehetőségét statikus és dinamikus gazdasági mutatókkal.

**Kulcsszavak:** növénytermesztési technológia, gazdasági elemzés, precíziós termelés

## BEVEZETÉS

A vidéki térségek elöregedő és elnéptelenedő tendenciája napjainkban tovább erősödik. Ezekben a térségekben inaktív, kevésbé motivált, alacsony képzettségű munkaerő található. A munkaerőpiac folyamatosan változik és a mezőgazdasági termelőtevékenységet folytató gazdák és vállalkozások számára nagy kihívást jelent minőségi munkaerő fellelése, alkalmazása, képzése, motiválása és megtartása. A mezőgazdaságban megjelenő folyamatos innováció az elmúlt évtizedekben jelentősen megváltoztatta az eddig alkalmazott mezőgazdasági gyakorlatot. A kevesebb, mint 100 évvel ezelőtt alkalmazott, munkaerőigényes „ökrös” gazdálkodás a mai felgyorsult világban elképzelhetlenné vált és a régi technológiát nagyteljesítményű erő- és munkagépek alkalmazása váltotta fel.

Napjainkban a szántóföldi növénytermesztésében alkalmazott technológiában a nagyteljesítményű erőgépek lehetővé teszik olyan munkagépek alkalmazását, melyek egy menetben és nagy munkaszélességben képesek több munkaművelet elvégzésére. Ezen gépekkel elérhető teljesítménynövelés a szántóföldi növénytermesztés munkaerőigénye folyamatosan csökken. Az új, innovatív megoldások és a technológia fejlődésével a munkaerőigényes ágazatok is jól automatizálhatók, ezáltal gazdaságosabban állítható elő a főtermék. A folyamatos fejlesztés és a technológiai beruházások jelentős tőkét igényelnek. Az aktuális nemzeti- és Európai Unió támogatások, továbbá az alacsony jegybanki kamatláb együttesen lehetőséget nyújtanak a gazdák számára, hogy az elöregedett és amortizálódott gépparkot modernizálják, újabbra cseréljék, és így az új technológia számukra is elérhetővé váljon.

## IRODALMI ÁTTEKINTÉS

Ahogy már 2003-ban *Takácsné* is említi, a multifunkcionális, fenntartható mezőgazdasági gyakorlatban a precíziós mezőgazdasági technológia megjelenése fontos mérföldkőnek számít. A nagyteljesítményű erőgépek segítségével lehetőség nyílik több munkaműveletet egy menetben, nagy munkaszélességben elvégezni., a helyspecifikus növénytermesztési technológia a felhasznált növényvédőszer, műtrágya és üzemanyag mennyiségét is jelentősen csökkenti, mellyel lehetőség nyílik a költséghatékony gazdálkodásra a környezetterhelés mértékének csökkentése mellett, amely együttesen

elsődleges cél a modern gazdálkodási gyakorlat során. Egy, szintén korábbi időpontban *Láng és Csete* (2005) a következőket fogalmazták meg: “A fenntartható mezőgazdaság alapvető feladatai közé tartozik, hogy adott ökológiai és társadalmi feltételek mellett megtalálja és alkalmazza azokat a technológiákat, eljárásokat, amelyekkel egyidejűleg válik megvalósíthatóvá a környezet fenntartása és a gazdaságos termelés.”

A precíziós gazdálkodást mindezek alapján is talán úgy lehet a legkönnyebben megérteni, ha úgy tekintünk rá, mint mindenre, ami pontosabbá és ellenőrzöttebbé teszi a gazdálkodást. Egyaránt igaz ez mindakkor, ha a növénytermesztésről és az állattenyésztésről van szó. Ennek a gazdaságirányítási megközelítésnek a kulcsfontosságú eleme az információs technológia és az olyan elemek széles köre, mint a GPS irányítás, a vezérlőrendszerek, az érzékelők, a robotika, a drónok, az autonóm járművek, a változó sebességű technológia, a GPS-alapú talajmintavétel, az automatizált hardver, a telematika és a szoftverek alkalmazása. A technológiai adaptáció mára világszerte széleskörűen elterjedt és talán a leggyakoribb példája is napjaink mezőgazdaságának. A John Deere cég mutatta be elsőként a Globális Helymeghatározó Rendszerre épülő helymeghatározás alkalmazásának technológiáját a mezőgazdaságban. (*Schmaltz* 2017).

A koncepcióban a globális helymeghatározó rendszerhez csatlakoztatott sorvezető a koordináták alapján automatikusan kormányozta a gazdálkodó erőgépét. A rendszer segítségével a gépkezelő általi kormányzási hibák száma és az átfedés mértéke is csökkent. Ennek eredményeként jelentősen csökkent a vetőmag-, a műtrágya-, az üzemanyag- és a munkaidő pazarló felhasználása is (*Farzana et al.* 2021).

A precíziós gazdálkodás elsődleges célja biztosítani a jövedelemteremtő képességet, a hatékonyságot és a fenntarthatóságot továbbá azt, hogy mindezt a környezet és a természeti értékek megóvása mellett érje el. Ez, az új technológia használatával összegyűjtött nagy adatbázis (Big Data) segítségével biztosítható, melyre alapozhatjuk az azonnali és a jövőbeli döntéshozatalt, mindenre kiterjedően egészen attól, hogy a szántóföldön pontosan hol, mikor és milyen mennyiségben alkalmazzunk növényvédőszer, műtrágyát vagy vetőmagot (*Takácsné* 2011).

Az európai mezőgazdaság bámulatosan produktívá vált, mert a mezőgazdasági termelők készek arra, hogy kihasználják az elérhető legjobb technológiai fejlesztések által nyújtott lehetőségeket annak formájában, hogy magasabb hozamú, betegség ellenálló növényfajtákat, jobb gazdálkodási technikát vagy hatékonyabb gépeket alkalmaznak. Mivel a világ népessége az elkövetkező évtizedekben várhatóan eléri a

tízmilliárd feletti népességszámot, ezért létfontosságú, hogy a technológiai fejlesztések folytatódjanak, és a gazdák a legtöbbet hozhassák ki azok alkalmazásából (*Ulrich 2015*).

Míg a precíziós mezőgazdasági irányelvek már több, mint 25 éve rendelkezésünkre állnak, csak az elmúlt évtizedben váltak igazán elterjedté a technológiai fejlesztések. A mobil eszközök használata, a szélessávú internet elterjedése, az olcsón hozzáférhető megbízható műholdjelek és a gyártók által a precíziós mezőgazdaság számára optimalizált eszközök csak néhány azon kulcsfontosságú technológia közül, melyek jellemzik a precíziós mezőgazdaság trendjét (*Schmaltz 2017*).

Az Európai Unió digitális stratégiájának egyik kiemelt célja az, hogy az Európában élő emberek és cégek számára elérhetővé tegye a folyamatosan fejlődő és megújuló technológia által nyújtott lehetőségek felhasználását és egységes digitális piacot hozzon létre. Az *Európai Tanács (2017)* által kiadott tervezetben az Internet elérhetőségének lehetősége és használata, a digitalizálás elősegítése kiemelt szempont azért, hogy az internetes kereskedelemnek és az információáramlásnak a területi elhelyezkedés ne szabhasson határt. A következő generációs Gigabites (Gbps) Internet kapcsolat elérhetősége az EU-n belül kiemelt szemponttá vált, ezért az internetszolgáltatók folyamatosan fejlesztik és bővítik meglévő hálózatukat. Az új technológiák alkalmazása, a bonyolult feladatok magas szintű ismereteket és szaktudást igényelnek, ennek érdekében a felhasználókat folyamatosan képezni kell, hogy képesek legyenek elsajátítani és alkalmazni az új ismereteket. Az Európai Unió a kutatás és innovációs program keretén belül a 30 milliárd Eurós keret hozzávetőlegesen 20%-át, vagyis közel 6 milliárd Eurót kíván a fejlesztésekre fordítani. Ezek 50.000 - 200.000 EUR mértékű, előre meghatározott intenzitású támogatások formájában jelennek meg és válnak elérhetővé (*Európai Tanács 2018*).

A mezőgazdasági munkálatok során az erőgépek munkájának nyomon követése kiemelt szempont a pontos tervezhetőség és a folyamatos ellenőrzés miatt. Az új technológia lehetőséget biztosít arra, hogy valós időben lekérdezhessük az erőgép által megtett útvonalakat, és pontos visszajelzést kapjunk az elvégzett munkaműveletekről (*Roy et al. 2015*). Biztonsági szempontból is fontos, hogy a nagy értékű gépek pozícióját, mozgását és az üzemanyagszintet folyamatosan monitorozzuk. Ez segítséget adhat a munkaidő pontos elszámolásában is, tovább növelve ezzel az elvárt teljesítmény fenntartását. Az összegyűjtött adatok elősegítik a tervezést, és a kapott adatokból meghatározhatjuk a pontos hatékonyságot minden munkaművelet vonatkozásában (*Khalifa és Salim 2013*).

A mezőgazdasági gyártók több különböző GPS alapú programot fejlesztettek ki annak érdekében, hogy a gazdálkodók és a mezőgazdasági cégek produktívabb és hatékonyabb munkavégzésre legyenek képesek a precíziós mezőgazdasági tevékenységek alkalmazása során. Mára számos gazdálkodó használ GPS vezérelt érzékelőket, hogy biztosítsák a munkaműveletek pontos elvégzését és nyomon követését (*Loizou és Koutroulis* 2016).

*Austermuehle* (2016) szerint az alkalmazottak helyének és tevékenységének GPS alapú megfigyelése több előnnyel is járhat a cég számára, azonban a munkáltatónak kiemelten meg kell felelni az erre vonatkozó törvények betartásában. Az így kapott adatok segítségével képesek leszünk a munkaórák és a túlórák nyomon követésére elszámolására. A több helyszínen dolgozó alkalmazottakat is felügyelni tudjuk abban, hogy ők a biztonsági előírásokat minden esetben betartsák, valamint megbizonyosodhatunk arról is, hogy a munkavállalók a tevékenységüket minden esetben az adott vállalati irányelvek betartása mellett végzik.

A sorvezető rendszerek biztosítják a műveletek során a táblán való tájékozódás lehetőségét. Azok a műholdjeleket feldolgozzák, és ez alapján vezérlik a gép kormányzását. Ezek jelenítik meg a pontos földfelszíni pozíciót a grafikus felületen annak érdekében, hogy minél több információ álljon rendelkezésre a gépkezelő számára. A munkaműveletek során összegyűjtött adatok számítógép segítségével feldolgozhatóak, ezen eredmények a művelési tervlapok elkészítésében tovább növelik a számításaink pontosságát (*Varga* 2016). A farmmenedzsmentet segítő információs rendszerek az egyszerű adatgyűjtésből és tárolásból mára továbbfejlődtek, és egy olyan összetett rendszert alkotnak, amely tovább támogatja a termékekkel kapcsolatos információk feldolgozását. Ezen alkalmazások fő célja, hogy a termelési költségek csökkentése mellett megfeleljenek a mezőgazdaság sajátosságainak a magas minőség és élelmiszerbiztonság fenntartása mellett (*Colezea et al.* 2018).

## ANYAG ÉS MÓDSZER

### *A vizsgált vállalkozás jellemzői*

A vizsgált vállalkozás tevékenysége igen széleskörű, fő tevékenysége a szántóföldi növénytermesztés. A cég jelenleg közel 124 hektáron végez szántóföldi növénytermesztést. A vállalkozás gépparkjában megtalálhatóak Rába Steiger, MTZ traktor különböző változatai, pótkocsik, vetőgépek, permetezőgépek és egyéb

talajművelő eszközök is, melyek teljeskörűen lehetővé teszik a szántóföldi növénytermesztést. A Kft. 2014 óta alkalmazza a precíziós mezőgazdasági technológiát, amely segítségével a műtrágya, növényvédőszer és további inputanyagok felhasználásának mérséklésével képes növelni a termelés gazdaságosságát és a fenntartható mezőgazdasági gyakorlatra vonatkozó Európai Unió irányelvek figyelembevételével a környezetterhelés mértékét képesek csökkenteni. A minőségi- és mennyiségi munkaerőhiányra a mezőgazdaság a gépesítettségi szint növelésével és a munkaműveletek automatizálásával reagált, mely hatására a munkahelyteremtő képesség és a munkaerőigény mérséklődött, így a helyben élők gazdasági aktivitása továbbra is csökkenő tendenciát mutat.

### ***A vállalkozásban alkalmazott növénytermesztési technológia***

Aratáskor az arató-cséplő gép az elővetemény szalmáját leszecskázza, amit a *tarlólántáskor* történő tárcsázás során visszaforgatnak a talajba. A nitrogén utánpótlásával elősegítik a szármaradvány lebomlását és elkerülhető a pentozán hatás, ezért a visszamaradt szalmához 5 kg/t hatóanyag pétisót juttatnak ki. A kiszórást követve egy Rába Steiger 250 mezőgazdasági speciális talajművelő munkagép megkezdi a tarló sekély hántását és egy RÁBA – IH -10 770-0.5 tárcsával a műtrágyát a talajba forgatja. A tárcsázást követően Güttler hengerrel zárják le a talajt. A *tarlóápolás* műveletet sekély tárcsázással végzik, mielőtt a gyomok magot kötnének, ezzel csökkentve a tábla elgyomosodását. A nitrogén-, foszfor- és kálium műtrágyát az *őszi mélyszántás* előtt juttatják ki a talajra. Az őszi 25-35 cm mélyen történő szántást Rába Steiger 250 -re szerelt Rábawerk 6 fejes ekével végzik. A szántást tél előtt nem munkálják el, mert így csökkentik a defláció hatását. A fagyok elmúltával, az időjárás és talaj nedvességtartamának függvényében a szántás utáni *barázda elmunkálását* Güttler hengerrel valósítják meg.

A durum búzánál alkalmazott technológiában a *műtrágyaszórás* művelete a tarlólántásnál leírtak szerint történik, azonban a tápanyagigénynek megfelelően a hektáronkénti mennyiséget módosítják. A napraforgó és a repce vonatkozásában a műtrágyát a vetéssel egyidőben szórják ki, mivel az új szemenkénti vetőgépekkel már lehetőség nyílik a vetőmagot és műtrágyát egy menetben a talajba juttatni. A magágyat RÁBA – IH -10 770-0.5 tárcsával ugyanebben a munkaszélességben Güttler hengerekkel készítik elő. Az őszi gabonaféléket X. hónap 1. dekádjában fajtától függően átlagosan

230 kg/ha mennyiségben IH vetőgéppel *vetik*. A cég nem rendelkezik saját szemenkénti vetőgéppel, ezért a *napraforgó és repce elvetésének* műveletéhez alvállalkozókat vesznek igénybe. A felhasznált anyagmennyiség a napraforgó esetén hektáronként átlagosan 50.000 kaszat, repcénél 500.000 csíra. Az alvállalkozó Väderstad Tempo T-6 típusú szemenkénti vetőgéppel dolgozik.

*A növényvédelem* munkáit az adott év időjárásától függően általában márciusban kezdi meg a vállalkozás, ekkor az évelő és magról kelő egy-, illetve kétszikű gyomok ellen egy John Deere 4710 típusú önjáró permetezőgép végzi el. A vállalkozás szántóföldi növénytermesztést közel 124 hektáron folytat, ezért saját arató-cséplő gép vásárlása nem gazdaságos, így az *aratás* munkaműveléséhez alvállalkozóra van szükség. A tábláról a terményt saját eszközökkel, egy MTZ 892.2. erőgéppel és speciális oldalmagasítóval felszerelt pótkocsi segítségével *szállítják* be a telephelyen található 6000 tonna kapacitású raktár egyikébe.

## VIZSGÁLATI MÓDSZEREK

Munkánkban a vizsgált három ágazat termesztési költségét a felmerült anyagköltség, a segédüzemi költség, a szolgáltatás, bérleti díj és a szállítási díj, mint közvetlen költségek adják. A közvetlen költségek összetevőit havi szinten a vállalkozás könyvviteléből gyűjtöttük ki. A könyvviteli kimutatás anyagfőleségként adott információt, amely az ágazati önköltség meghatározásában nyújtott komoly segítséget. Az általános költségeket az egyes ágazatokra a termelési költségük arányában osztották fel. A közvetlen-, általános- és teljes költséget 2018-2020 évekre mindhárom ágazatra kiszámoltuk. A közvetlen költségek között szereplő segédüzemi költségeket a könyvviteli kimutatásokban az egyes géptípusokhoz könyvelt évenkénti üzemanyag- és kenőanyag-, gépvezető bér és közteher, javítási- és amortizációs költségek összesítésével számítottuk ki. Meghatároztuk az egyes kultúrák évenkénti hozamát, az értékesítési átlagárát, amelyből árbevétel kalkuláltunk. A területalapú támogatás és a melléktermék értékét figyelembe véve határoztuk meg a termelési értéket. A bevételek és az összes – melléktermék értékével csökkentett – költség különbségével kiszámítottuk az egyes ágazati eredményeket. Ezeket vizsgáltuk uniós támogatással és a-nélkül is, amely a kultúra életképességére adott választ.



Vizsgáltuk a precíziós termesztés során keletkezett költségmegtakarítást is, amely adatokat a vállalkozás kimutatásaiból szereztünk be. Az egyes anyagfelhasználásokat és az azokhoz tartozó költségeket havi szinten mutattuk ki. Az évenkénti megtakarításokat és a precíziós termelés érdekében vásárolt eszköz bekerülési értékét összevetettük, ezzel az eszköz megtérülési idejét, mint statikus gazdasági mutatót kalkuláltuk. E mellett a diszkontált megtérülési időt is meghatároztuk, vagyis azt az időtartamot, amely a kezdeti beruházási kiadás megtérüléséhez szükséges, a jövőbeli diszkontált pénzárammal kifejezve:

$$C_0 + \sum_{i=1}^t PV(C_i) = 0$$

A vállalkozás adatai alapján meghatároztuk azt a felületet, amely biztosítja a megtakarítások segítségével a beruházás során beszerzett eszköz amortizációs ideje alatti megtérülését.

## EREDMÉNYEK

### *A vetésterület alakulása*

Az 1. táblázat szerint a szántóterület 123,34 hektár, melyben évenként átlagosan 66 hektár durum búza, 21,5 hektár repce és 37 hektár napraforgó termesztése folyik.

1. táblázat: Vetésterületek megoszlása (2018-2020)

Table 1: Distribution of parcels (2018-2020)

Ágazat (1)	2018 (2)	2019 (2)	2020 (2)
durum búza	79,25	61,29	57,15
repce	23,1	10,7	30,9
napraforgó	24,3	51,35	35,29
<b>Összesen</b>	126,65	123,34	123,34

Sector (1) Year (2)

### *A gépi munkák költségei*

A vállalkozás nem rendelkezi saját vetőgéppel, kombinátorral és kombájnnal, mivel azok bekerülési értékei nem térülnének meg ekkora felületen. Ezekhez a munkaműveletekhez szolgáltatást vesznek igénybe, melyek költségeit a 2. táblázatban összesítettük. A bér munka költsége júniusban, az aratási időszakban a legmagasabb. A második legnagyobb költség a repce- és a napraforgó vetéséből adódik, amely összesen

1 942 360 forint kiadást eredményezett. Az őszi szántás elmunkálását segítő simítóval felszerelt kombinátorozás szolgáltatási díja 1 289 920 Ft-tal terhelte a vállalkozást.

2. táblázat: Bérmunka költsége Ft-ban (2018-2020)

Table 2: Cost of contract work in HUF (2018-2020)

Szolgáltatás (1)	VII.	VIII.	IX.	III.	IV.	V.	VI.	Összesen (2)
Betakarítás (3)	2324800	0	3224800	0	0	0	685060	12400200
Vetés* (4)			813680		1128680			1942360
Kombinátorozás (5)				1289920				
<b>Összesen (6)</b>	2324800		4038480	1289920	1128680		685060	<b>15632480</b>

\*napraforgó, repce

(1) Service (2) Total (3) Harvest (4) Sowing (5) Combinatorization (6) Total

A cég több évtizedes külföldi partnerkapcsolattal rendelkezik, a durum búzát export céllal termeszt. Az üzemanyag- és a szolgáltatás árának emelkedése azonban tovább növeli a szállítás költségét, amely a cégnek közel 7,2 forintjába kerül (3. táblázat).

3. táblázat: Szállítási költségek Ft-ban (2018-2020)

Table 3: Transportation costs in HUF (2018-2020)

Ágazat (1)	2018	2019	2020	Összesen
durum búza	2487269	2495643	2192814	<b>7175726</b>

(1) Sector (2) durum wheat

A vállalkozás a szántóföldi növénytermesztési ágazatban három erőgépet és nyolc munkagépet alkalmaz. A segédüzemi költségeket a 4. táblázat géptípusonként részletezi. Látható, hogy a legnagyobb költség minden év októberében az őszi mélyszántás idején jelentkezik. A Rába Steiger 245 mezőgazdasági vontató és a hozzákapcsolt Rábawerk eke gépkocsolat összes költsége közel 8 millió forinttal terheli a vállalkozást. Az MTZ-892-es erőgépeket a műtrágyaszórás-, hengerezés, növényvédelem-, gabonavetés- és terményszállítás műveleteknél alkalmazzák. A munkagépek teljes igénybevételének

költsége a vizsgált időszakban mindösszesen 4 415 196 Ft, a vállalkozás teljes költsége a vizsgált időszakban az erőgépek vonatkozásában 11 576 920Ft volt.

4. táblázat: Havi segédüzemi költségek géptípusonként (2018-2020)

Table 4: Monthly costs of machine works by machine type (2018-2020)

Megnevezés (1)	VII.	VIII.	IX.	X.	III.	IV.	V.	VI.	Össz. (2)
Rába Steiger	968415	332385	664770	4464792	0	0	0	968415	7398777
B. MTZ 662	209809	71825	167593	1354619	930088	427970	515395	209809	3887108
MTZ 892.2	19690	6756	15764	127147	52698	49290	0	19690	291035
Műtrágyaszóró (3)	43214	14805	14805	43214	58019	20961	48747	43214	286979
Rába tárcsa (4)	156562	53763	107526	313124	0	0	0	156562	787537
IH vetőgép (5)				460415					460415
John Deere (6) 4710 permetező			39122	39122	153142	133491		114020	478897
Pótkocsi (7)	33498	11500	200933	200933	44989	16313	114020	33489	655675
Lajtkocsi (8)			15154	15154	44261	66934			141503
Rábawerk eke (9)				557803					557803
Güttler henger (10)	190640	64695	129390	381281	89741			190640	1046387
<b>Összesen (11)</b>	<b>1621819</b>	<b>557730</b>	<b>1165624</b>	<b>7957603</b>	<b>1372939</b>	<b>714960</b>	<b>678163</b>	<b>1621819</b>	<b>15992116</b>

(1) Name (2) Total (3) Fertilizer spreader (4) Rába type of dial (5) IH type of seeder (6) John Deere type of sprayer (7) Trailer (8) Water transporter (9) Rábawerk type of plow (10) Güttler type of agricultural roller (11) Total

**Az anyagfelhasználás költségei**

A szántóföldi növénytermesztés anyagköltségeinek vonatkozásában a legjelentősebb a növényvédőszer felhasználása. Az 5. táblázatban szereplő költségek lejelentős részét a repce kártevői (repebolha, levéltetvek) ellen használt rovarirtó szerek és a durum búza betegségei (kalászfuzáriózis, liztharmat, rozsdá) ellen alkalmazott gombaölő szerek jelentették. A három növény vetésterületének 55%-át a durum búza teszi ki. Ennek növényvédelme során Génius (gyomirtó szer), Falcon Pro (gombaölő), Decis (rovarölő) vegyszereket alkalmaztak, aminek a teljes ráfordítása a 2018-2020-as időszakban 10 720 300 Ft, amely a teljes növényvédő szer költség 52%-a volt.

5. táblázat: A növényvédőszer felhasználásának havi költségei Ft-ban (2018-2020)

Table 5: Monthly costs of using the plant protection product in HUF (2018-2020)

Megnevezés (1)	VII.	VIII.	IX.	X.	III.	IV.	V.	VI.	Összesen (2)
Rapid turbo			403818						403818
Salsa75DF				906504					906504
Nurelle-D					416600				416600
Mospilan						697585			697585
Riza						756763			756763
Azaka						759117			759117
Génius					7411559				7411559
Falcon Pro							2938019		2938019
Decis							370722		370722
Successor T						2143344			2143344
Pictor							2663448		2663448
Ikarus				1232798					1232798
<b>Összesen (3)</b>			403818	2139303	7828159	4356808	5972189		<b>20700276</b>

(1) Name (2) Total (3) Total

A tápanyagutánpótlás során felhasznált műtrágya költségeit a 6. táblázat összesíti havi bontásban. Látható, hogy a legnagyobb költséget a Pétisó jelentette (7 920 531 Ft) és a műtrágya felhasználás teljes költsége a vizsgált időszakban 18 677 962 Ft volt.

6. táblázat: A műtrágya felhasználás havi költségei Ft-ban (2018-2020)

Table 6: Monthly cost of fertilizer usage in HUF (2018-2020)

Megnevezés (1)	VII.	VIII.	IX.	X.	III.	IV.	V.	VI.	Össz. (2)
NPK 15:15:15			2720016			2241468			4961484
Karbamid 46%					5795947				5795947
Pétisó	2254607	217319		2254607		939390		2254607	7920531
<b>Összesen (3)</b>	2254607	217319		2254607	5795947	5795947		2254607	<b>18677962</b>

(1) Name (2) Total (3) Total

A vetés munkaművelete során a vállalkozás hektáronként 200 kilogramm durum búza vetőmagot, 55000 kaszat napraforgót és 500.000 repecsírát használt fel. A vetőmagok beszerzési ára minden évben változott. A 7. táblázat költségösszesítésében látható, hogy a vetőmag költsége összesen 13.477.103 forint volt. A teljes költségből 45%-ot a durum, 30%-ot a napraforgó és 24%-ot a repace vetőmag tette ki.

7. táblázat: Vetőmag felhasználásának havi költségei Ft-ban (2018-2020)

Table 7: Monthly cost of seed usage in HUF (2018-2020)

Megnevezés (1)	IX.	X.	XI.	XII.	I.	II.	III.	IV.	V.	VI.	Össz. (2)
AS-AURADUR		6131287									6131287
NK neoma								4061390			4061390
Hybrirock	3284426										3284426
<b>Összesen (3)</b>	3284426	6131287						4061390			<b>13477103</b>

(1) Name (2) Total (3) Total

### **Bérleti díjak alakulása**

A 8. táblázat a területbérleti díjak megoszlását mutatja be a vizsgált időszakban. A Kft összesen 15.679.860 Ft-ot fizetett ki a földtulajdonosoknak. A földbérleti díj a vizsgált időszakban nem módosult a haszonbérleti szerződések későbbi lejáratú dátuma miatt. A jelenlegi földárak és támogatások alakulása jelentős mértékben növeli a bérbevevő gazdálkodók kiadását tekintettel arra, hogy a földtulajdonosok a szerződés meghosszabbítása során már a területalapú támogatás hektáronkénti alakulásához mérten határozzák meg a bérleti díj mértékét. Ennek következtében a hektáronkénti költség további növekedése várható a jövőbeni szerződések vonatkozásában.

8. táblázat: Bérleti díjak alakulása Ft-ban (2018-2020)

Table 8: The amount of rents in HUF (2018-2020)

Ágazat (1)	2018	2019	2020	Összesen (2)
durum búza (3)	3328500	2574100	2400300	8302900
napraforgó (4)	1020600	2156700	1482180	4659480
repce (5)	970200	449400	1297800	2717400
<b>Összesen (6)</b>	<b>5319300</b>	<b>5180280</b>	<b>5180280</b>	<b>15679860</b>

(1) Sector (2) Total (3) durum wheat (4) sunflower (5) rapeseed (6) Total

**Főtermék összes költsége a vizsgált vállalkozásnál**

A 9. táblázat az egyes ágazatok közvetlen költségeit évenként mutatja be. Megállapítható, hogy a legnagyobb területen termesztett durum búza költsége a teljes költség 57%-át jelenti. Az egyes évekre vetített közvetlen költség átlagosan 32677809 Ft volt a vizsgált vállalkozás gazdasági tevékenysége során.

A 10. táblázat a közvetlen fajlagos költségeket foglalja össze. Mindkét táblázat adatai alapján megállapítható a költségek folyamatos, évenként növekedése.

9. táblázat: A főtermék összes közvetlen költsége Ft-ban (2018-2020)

Table 9: The total direct cost of the main product in HUF (2018-2020)

Ágazat (1)	2018	2019	2020	Összesen (2)
durum búza (3)	22079 596	17436 275	16328964	55844835
napraforgó (4)	5 599948	11888727	8361935	25850610
repce (5)	5 710 254	2689218	7938510	16337982
<b>Összesen (6)</b>	<b>33 389797</b>	<b>32014 220</b>	<b>32 629409</b>	<b>98033426</b>

(1) Sector (2) Total (3) durum wheat (4) sunflower (5) rapeseed (6) Total

10. táblázat: A főtermék közvetlen költsége hektáronként Ft-ban (2018-2020)

Table 10: The direct cost of the main product in HUF per hectare (2018-2020)

Ágazat (1)	2018	2019	2020
durum búza (2)	278607	284488	285721
napraforgó (3)	242422	1111096	270613
repce (4)	234990	52370	224951

(1) Sector (2) durum wheat (3) rapeseed (4) sunflower

A 11-12. táblázatok a vállalkozás általános költségét tartalmazzák. Megállapítható, hogy évenként átlagosan 6112018 Ft összes általános költség merül fel, amelyet a

közvetlen költség arányában, pótlékoló kalkuláció segítségével osztották fel az egyes ágazatokra.

A durum búza melléktermékének alakulását a 13. táblázat mutatja be, amely mennyisége hozamarányosan változott az egyes években. A búza termesztés során keletkezett szalmát bebálázták, amely értékesítésre került. A mellékterméket azonban nem árbevételként, hanem termelési költség csökkentő tételeként kell figyelembe venni.

11. táblázat: Főtermék összes általános költsége (2018-2020)

Table 11: Total general costs of the main product (2018-2020)

Ágazat (1)	2018	2019	2020	Összesen (2)
durum búza (3)	4312752	3418282	3203593	10934627
napraforgó (4)	1226655	2 604197	1831662	5662514
repce (5)	1250818	589067	1738 912	1738912
<b>Összesen (6)</b>	<b>6790225</b>	<b>6611546</b>	<b>6774166</b>	<b>18336053</b>

(1) Sector (2) Total (3) durum wheat (4) sunflower (5) rapeseed (6) Total

12. táblázat: Főtermék általános költsége hektáronként Ft-ban (2018-2020)

Table 12: Total overhead costs of the main product per hectare (2018-2020)

Ágazat (1)	2018	2019	2020
durum búza (2)	54420	55772	56056
napraforgó (3)	53102	243383	59277
repce (4)	51474	11472	49275

(1) Sector (2) durum wheat (3) sunflower (4) rapeseed

13. táblázat: Melléktermék mennyisége és értéke (2018-2020)

Table 13: Quantity and value of the by-product (2018-2020)

Durum búza (1)	2018	2019	2020	Összesen (2)
Melléktermék mennyisége (tonna) (3)	226	228	200	654
Melléktermék értéke (Ft) (4)	2641667	2658333	2333333	<b>7633333</b>

(1) durum wheat (2) Total (3) Quantity of the by-product (tons) (4) Value of the by-product

A főtermék teljes költségét a közvetlen és az általános költség összegéből számítjuk ki. A durum búza esetében figyelembe vesszük a melléktermék értékét is. Az egyes kultúrák termesztésének évenkénti teljes költségét a 14. táblázat tartalmazza.



14. táblázat: A főtermék teljes költsége (2018-2020)

Table 14: Total cost of main product (2018-2020)

Ágazat	2018	2019	2020	Összesen
durum búza (3)	23 750 681	18 196 224	17 199 224	59 146 129
napraforgó (4)	6 826 603	14 492 924	10 193 597	31 513 124
repce (5)	6 961 072	3 278 285	9 677 422	19 916 779
<b>Összesen (6)</b>	<b>37540374</b>	<b>35969452</b>	<b>37072263</b>	<b>110576032</b>

(1) Sector (2) Total (3) durum wheat (4) sunflower (5) rapeseed (Total)

### *Értékesítésből származó árbevétel*

Az árbevétel megállapításához szükség van a hozamra és az értékesítési átlagára. Az egyes ágazatok hozamait a 15. táblázat foglalja össze. A vizsgált időszakban a betakarított durum búza évenkénti átlagos volumene 305 tonna, hektáronként 4,6 tonna volt. A napraforgó évenkénti átlagos mennyisége 111 tonna, amely 2,8 tonna fajlagos termésátlagot jelent. A repce termésmennyisége a vizsgált időszakban átlagosan 65 tonna, egy hektáron 2,1 tonna termést takarítottak be.

15. táblázat: Termésmennyiség alakulása tonnában (2018-2020)

Table 15: Yield in tonnes (2018-2020)

Ágazat (1)	2018	2019	2020	Összesen (2)
durum búza (3)	317	319	280	916
napraforgó (4)	72	143	98	313
repce (5)	50	22	63	135

(1) Sector (2) Total (3) durum wheat (4) sunflower (5) rapeseed

Az egyes évek értékesítési átlagárait a 16. táblázat tartalmazza. A felvásárlói piac ismeretében kijelenthető, hogy a durum búza az őszi búzával összehasonlítva 20-25 %-kal magasabb áron értékesíthető, ezért nagyobb jövedelem érhető el. Látható, hogy a napraforgó felvásárlási ára az utolsó két gazdasági évben folyamatosan csökkenő tendenciát mutat. A repce értékesítési árszintje a vizsgált években közel azonosnak tekinthető.

16. táblázat: Az értékesítési ár alakulása Ft/t-ban (2018-2020)

Table 16: Development of sales price in HUF per ton (2018-2020)

Ágazat (1)	2018	2019	2020
durum búza (2)	71017	70923	74715
napraforgó (3)	105500	95500	93000
repce (4)	104600	105000	108000

(1) Sector (2) durum wheat (3) sunflower (4) rapeseed

Az értékesítésből származó bevételt a 17. táblázat foglalja össze. A vizsgált időszak terményértékesítésből származó összes bevétele 60 %-át a búza, 27 %-át a napraforgó és 13 %-át a repce produkálta.

17. táblázat: Az árbevétel alakulása Ft-ban (2018-2020)

Table 17: Development of income in HUF (2018-2020)

Ágazat (1)	2018	2019	2020	Összesen (2)
durum búza (3)	22512389	22624437	20920200	66057026
napraforgó (4)	7596000	13656500	9114000	30366500
repce (5)	5230000	2310000	6804000	14344000
<b>Összesen (6)</b>	<b>35338389</b>	<b>38590937</b>	<b>36838200</b>	<b>110767526</b>

(1) Sector (2) Total (3) durum wheat (4) sunflower (5) rapeseed (6) Total

### ***A főágazat termelési értékének alakulása***

Az egyes évek területalapú támogatását a 18. táblázat foglalja össze. Ennek kiszámításához az egyes évek támogatásainak értékét szoroztuk az adott évben termesztett ágazat területével. Megállapítható, hogy a vizsgált időszakban a területegységre jutó támogatás összege 74 400 Ft volt. A termelési érték meghatározásához az értékesítési árbevételt (17. táblázat), a támogatások összegét és a melléktermék értékét (13. táblázat) vettük figyelembe. A vizsgált időszakban az ágazati termelési értékeket a 19. táblázat tartalmazza.

18. táblázat: Területalapú támogatás Ft-ban (2018-2020)

Table 18: Area-based support in HUF (2018-2020)

Ágazat (1)	2018	2019	2020	Összesen (2)
durum búza (3)	5892158	4356125	4443984	14692267
napraforgó (4)	1806681	3643650	2744150	8194481
repce (5)	1717462	760492	2402784	4880738
<b>Összesen (6)</b>	<b>9416301</b>	<b>8766 267</b>	<b>9590918</b>	<b>27773486</b>

(1) Sector (2) Total (3) durum wheat (4) sunflower (5) rapeseed (6) Total

19. táblázat: A termelési érték évenkénti alakulása Ft-ban (2018-2020)

Table 19: Development of gross production value (2018-2020)

Ágazat (1)	2018	2019	2020	Összesen
durum búza (3)	31 046 214	29 638 895	27 697 517	88 382 626
napraforgó (4)	9402681	17300150	11858150	38 560 981
repce (5)	6947462	3070492	9206784	19 224 738
<b>Összesen (6)</b>	<b>47 396 357</b>	<b>50 009 537</b>	<b>48 762 451</b>	<b>146 168 345</b>

(1) Sector (2) Total (3) durum wheat (4) sunflower (5) rapeseed (6) Total

### *A vállalkozás eredményességének kalkulációja*

Az egyes ágazatok termesztésének eredményét a bevételek és a termelési költségek különbségéből állapíthatjuk meg. A kalkulációnkban ugyanis a főtermék teljes költségénél a melléktermék értékét már számításba vettük. Egy ágazat eredményének kalkulációját mindenképpen érdemes az uniós támogatások figyelembevétele nélkül is vizsgálni. A 20. táblázat az egyes ágazatok eredményét mutatja be a Területalapú- és a Zöldítés támogatás értéke nélkül. A 21. táblázat a támogatással növelt bevételek után számított ágazati eredményekről számol be.

20. táblázat: Ágazati eredmények alakulása támogatás nélkül Ft-ban (2018-2020)

Table 20: Development of sectoral results without support in HUF (2018-2020)

Ágazat (1)	Év (2)	Árbevétel (3)	Főtermék termelési költsége (4)	Eredmény (5)	Göngyöltett eredmény (6)
durum búza (7)	2018	22 512 389	23 750 681	-1 238 292	
	2019	22 624 437	18 196 224	4 428 213	
	2020	20 920 200	17 199 224	3 720 976	6 910 897
napraforgó (8)	2018	7 596 000	6 826 603	769 397	
	2019	13 656 500	14 492 925	-836 425	
	2020	9 114 000	10 193 598	-1 079 598	-1 146 626
repce (9)	2018	5 230 000	6 961 071	-1 731 071	
	2019	2 310 000	3 677 421	-1 367 421	
	2020	6804000	9 677 421	-2 873 421	-5 971 913
<b>Összesen (10)</b>					-207 642

(1) Sector (2) Year (3) Income (4) Total costs of main product (5) economic result (6) cumulative result (7) durum wheat (8) sunflower (9) rapeseed (10) Total

21. táblázat: Ágazati eredmények alakulása EU-s támogatással Ft-ban (2018-2020)

Table 21: Development of sectoral results with support in HUF (2018-2020)

Ágazat (1)	Év (2)	Árbevétel EU támogatással (3)	Főtermék termelési költsége (4)	Eredmény (5)	Göngyöltett eredmény (6)
durum búza (7)	2018	28 404 547	23 750 681	4 653 866	
	2019	26 980 562	18 196 224	8 784 338	
	2020	25 364 184	17 199 224	8 164 960	21 603 164
napraforgó (8)	2018	9 402 681	6 826 603	2 576 078	
	2019	17 300 150	14 492 925	2 807 225	
	2020	11 858 150	10 193 598	1 664 552	7 047 855
repce (9)	2018	6 947 462	6 961 071	-13 609	
	2019	3 070 492	3 677 421	-606 929	
	2020	9206784	9 677 421	-470 637	-1 091 175
<b>Összesen (10)</b>					27 559 844

(1) Sector (2) Year (3) Income with EU support (4) Total costs of main product (5) economic result (6) cumulative result (7) durum wheat (8) sunflower (9) rapeseed (10) Total

A fenti két eredményességi táblázat fontos tanúságokat sugall. A magyar mezőgazdaság szántóföldi növénytermesztése ilyen értékesítési árak és árbevétel mellett veszteséges, vagy nem tud nagy eredményt elérni. A 21. táblázatban a támogatások igénybevétele során a vállalkozás már nyereséges annak ellenére, hogy a repcetermesztés esetében mindhárom évben - a támogatások ellenére - veszteség keletkezik. Ez a főágazat eredményét rontja, amely a fenti számítások sorozatával már kiszűrhető. A számított értékek alátámasztják, hogy akármilyen méretű is a vállalkozás, annak eredményét nem szabad összevontan értékelni, mindenképpen az egyes ágazatok teljesítőképességét külön-külön is kalkulálni kell. Ennek hiányában az összesített eredmények nem tudnak választ adni a problémákra.

#### **A PRECÍZIÓS TECHNOLÓGIA BEVEZETÉSÉNEK SZEMPONTJAI**

Korábban emberi munkával jelölték ki az erőgép műveleti sorainak a nyomvonalát, ezért új megoldást kellett keresni, mivel az pontatlan volt. Figyelembe vették, hogy 20 méteres munkaszélességben a szemmértékre történő sorfelvétel esetén az emberi hibalehetőség magas, amely jelentős átfedést okozott a munkaműveletek elvégzésénél. Ezzel több munkaidőt, üzemanyagot, növényvédőszert és műtrágyát használtak fel. A sorvezető és kormányautomatika segítségével homogénebb növényállomány termeszthető, mely többlethozamot és minőség növekedést eredményez. A precíziós technológia alkalmazásával az emberi hibalehetőség jelentős mértékben csökkenthető. A megfelelő precíziós technológia kiválasztása során figyelembe vették az erőgépek korát és értékét, továbbá a megművelendő terület mennyiségét és a munkaműveletek számát is. A számítások végeredményei alapján meghatározták, hogy a gazdaság számára egy skálázható, felső-közép kategóriás sorvezető és egy kormányoszlophoz rögzített szervó kormánymotor a megfelelő választás, mely a kormánykerékre szerelt fogaskoszorún keresztül mozgatja majd a kormánykereket. Ugyanakkor a robot kormánymű beszerzésének lehetőségét a cég elvetette. A kormányautomatikával összehasonlítva a bekerülési értéke több mint háromszorosa, ezért a vállalkozás növénytermesztési területén ennek megtérülése teljesen valószínűtlen.

**Precíziós mezőgazdasági technológia bevezetésének költségei**

A vállalkozás a beruházás során egy demo eszköz beszerzése mellett döntött, melyet jelentős kedvezménnyel, nettó 1.850.000 Ft-os áron szerzett be. Ez kiegészült még a gép specifikus illesztő készletével és a beszerelésének a munkadíjával, amelynek teljes nettó költsége 260.000 Ft volt. A teljes bekerülési érték 2,11 millió forint (22. táblázat), amelyből évenként 14,5 % amortizációs költség számolható el.

22. táblázat: A precíziós mezőgazdasági technológia bevezetésének költsége

Table 22: Cost of introducing precision agricultural technology

<b>Megnevezés (1)</b>	<b>Nettó költség (2)</b>
New Holland EZ Pilot New Holland FM 750-es sorvezetővel (3)	1.850.000Ft
Gépspecifikus illesztőkészlet értéke (4)	180.000Ft
Beszerelés költsége (5)	80.000Ft
<b>Bekerülési érték (6)</b>	<b>2.110.000Ft</b>

(1) Name (2) Net cost (3) New Holland type pilot with sowing coordination machine

(4) Value of machine-specific adapter set value (5) Cost of Installation (6) Value of investment

**Új technológia alkalmazásából származó megtakarítás mértéke**

Műtrágyaszórásnál a precíziós technológia segítségével az erőgép a 20 méter munkaszélességű munkagépet 6 kilométer/óra sebességgel és 25 centiméteres átlagos átfedéssel képes üzemeltetni, ezáltal az átlagos munkaszélesség 19,75 méter. Így 100%-os hatékonyság (amennyiben nincs időkiesés) mellett óránként 11,85 hektáros teljesítményre lenne képes. A hatékonyság azonban a gépek életkora, a nem tervezett leállások és a műtrágya újratöltésének időigénye miatt szerint 67,51% ezért a gyakorlatban óránként 8 hektár műtrágyaszórást képes ezzel a géppel a vállalkozás elvégezni a vizsgált körülmények között. Amennyiben nem alkalmaznának automatikus kormányzást és sorvezetést, akkor az átfedés mértéke tovább növekedne, és a szemmértékkel történő sorfelvétel miatt meghaladná akár a 120 centimétert is. Ezáltal az átlagos munkaszélesség 18,8 méterre módosulna, és 100%-os hatékonyság mellett óránként 11,28 hektár területteljesítményre lenne képes. Ugyanakkor 67,51%-os hatékonysággal számolva a teljesítmény 7,6 hektár/óra lenne. A teljes eltérés a hatékonyságban a műtrágyaszórás esetében 5%.

A növényvédelmi munkálatok során a permetezőgép munkaszélessége és sebessége megegyezik a műtrágyaszórásnál alkalmazott paraméterekkel. Mivel ezt a munkaműveletet szintén a precíziós technológiával felszerelt erógép végzi, az átlagos 25 centiméteres átfedés következtében a munkaszélesség 19,75 méterre módosul, mellyel 100% hatékonyság mellett 11,85 hektáros teljesítményre képes a gépkapcsolat. A permetezőgép újratöltési és munkavégzési időszükséglete jelentősen magasabb a műtrágyaszórásénál. Ezáltal óránként 50,63%-os hatékonyság esetén megközelítőleg 6 hektáros teljesítménnyel számolhatunk. Amennyiben az átfedés mértékét a fent leírtak alapján 120 centiméterre módosítjuk, a munkaszélesség 18,8 méterre csökken, mellyel óránként 100%-os hatékonyság esetén 11,28 hektár, 50,63%-os teljesítménnyel 5,71 hektár területteljesítmény érhető el. A teljes eltérés mértéke a növényvédelmi munkálatok vonatkozásában 4,82 %. A 23. táblázatban látható, hogy a precíziós mezőgazdasági technológia alkalmazásával a gépi munka teljes felhasználásának költsége mindösszesen 5.390.378 Ft volt.

23. táblázat: Gépi munka költsége precíziós mezőgazdasági technológia alkalmazásával (2018-2020)

Table 23: Cost of machine work with precision agricultural technology (2018-2020)

Megnevezés (1)	VII.	VIII.	IX.	X.	III.	IV.	V.	VI.	Össz. (2)
Erógép: MTZ 892.2 (3)	317307	107681	251256	460884	991644	635675	770446	317309	3852204
<u>Munkagépek (4):</u>									
Műtrágyaszóró (5)	43629	14806	14806	43629	58435	20538	47762	43629	287233
Permetezőgép (6)			39063	39063	154170	132310	115107	0	479713
Pótkocsi (7)	33868	11493	11493	33868	45361	15943	37076	33868	222970
Lajos koci (8)			15164	15164	44684	66526	0	0	141537
<b>Összesen (9)</b>	<b>459185</b>	<b>154787</b>	<b>352588</b>	<b>653920</b>	<b>1376414</b>	<b>899852</b>	<b>1037512</b>	<b>456119</b>	<b>4983657</b>

(1) Name (2) Total (3) Type of tractor (4) Agricultural machineries (5) Fertilizer spreader (6) Sprayer (7) Tariler (8) Water transporter (9) Total

A 24. táblázatból látható, hogy a műtrágyaszórás és növényvédelmi munkálatok teljes költsége 5 231 719 Ft az új technológia alkalmazása nélkül, amely az előbbivel összehasonlítva 248 062 Ft többletkiadást eredményezett volna a vállalkozás számára a

vizsgált időszakban. Ez azt is jelenti, hogy évenként átlagosan 82.700 Ft-os megtakarítás érhető el.

24. táblázat. A gépi munka költsége precíziós mezőgazdasági technológia alkalmazása nélkül (2018-2020)

Table 24: Cost of machine work without precision agricultural technology (2018-2020)

Megnevezés (1)	VII.	VIII.	IX.	X.	III.	IV.	V.	VI.	Össz. (2)
Erőgép: MTZ 892.2 (3)	333175	113065	263819	483928	1041226	667458	808968	333175	44044815
<u>Munkagépek</u> (4):									
Műtrágyaszóró (5)	45810	15546	15546	45810	61357	21564	50150	45810	301595
Permetezőgép (6)	0	0	40945	40945	161601	138687	120656	0	502835
Pótkocsi (7)	35561	12068	12068	35561	47629	16740	38930	35561	234118
Lajtos kocsi (8)	0	0	15895	15895	46838	69732	0	0	147359
<b>Összesen (9)</b>	<b>414546</b>	<b>140679</b>	<b>348273</b>	<b>622139</b>	<b>1358651</b>	<b>914181</b>	<b>1018704</b>	<b>414546</b>	<b>5231719</b>

(1) Name (2) Total (3) Type of tractor (4) Agricultural machineries (5) Fertilizer spreader (6) Sprayer (7) Tariler (8) Water transporter (9) Total

A növényvédelmi és műtrágyaszórási műveletek üzemanyag felhasználását és költségeit a 25. táblázat összesíti. Látható, hogy a vállalkozás összesen 6611 liter üzemanyagot használt fel a megjelölt műveltekben, melynek teljes költsége a precíziós mezőgazdasági technológia alkalmazásával 2 491 930 Ft volt a vizsgált időszakban.



25. táblázat: Üzemanyag felhasználás és költség precíziós technológia alkalmazásával (2018-2020)

Table 25: Fuel consumption and cost using precision technology (2018-2020)

Megnevezés (1)	VII.	VIII.	IX.	X.	II.	III.	IV.	V.	VI.	Össz. (2)
Mútr.üzemanyag felhasználása (l) (3)	685	232	232	685	322	917	0	0	685	3760
N.véd.üzema.(l) (4)	0	0	232	232		917	787	685	0	2853
<b>Összesen (4)</b>	685	232	464	917	322	1834	787	685	685	<b>6611</b>
Mútr.üzemanyag költsége (Ft) (5)	258648	87164	87164	258648	121364	345812	0	0	258648	1417449
N.véd. üzema. költsége (Ft) (6)	0	0	87164	87164	0	345812	295692	258648	0	1074481
<b>Összesen (7)</b>	258648	87164	174328	345812	121364	691624	295692	258648	258648	<b>2491930</b>

(1) Name (2) Total (3) Use of fertilizer fuel (liters) (4) Total (5) Cost of fertilizer fuel (6) Cost of plant protection (Total)

A 26. táblázat szerint amennyiben a vállalkozás nem alkalmazta volna az új technológiát, 6939 liter üzemanyagra lett volna szükség ugyanazon műveletek elvégzéséhez, amely 328 liter többletfelhasználást jelentett volna. Az üzemanyagköltség 122 622 Ft-tal lett volna magasabb, mely évenként átlagosan további 41 000 Ft-os megtakarítást eredményez.

26. táblázat: Üzemanyag felhasználás és költség új technológia alkalmazása nélkül (2018-2020)

Table 26: Fuel consumption and cost using without the new technology (2018-2020)

Megnevezés (1)	VII.	VIII.	IX.	X.	II.	III.	IV.	V.	VI.	Össz. (2)
Mútr.üzemanyag felhasználása (l) (3)	719	244	244	719	338	963	0	0	719	3946
N.véd.üzema.(l) (4)	0	0	244	244		962	825	718		2993
<b>Összesen (4)</b>	719	244	488	963	338	1925	825	718	719	<b>6939</b>
Mútr.üzemanyag költsége (Ft) (5)	271580	91522	91522	271580	127432	363103			271580	1488319
N.véd. üzema. költsége (Ft) (6)	0	0	91365	91365		362480	309945	271115		1162270
<b>Összesen (7)</b>	271580	91522	182887	302945	127432	725583	309945	271115	271580	<b>2614592</b>

(1) Name (2) Total (3) Use of fertilizer fuel (liters) (4) Total (5) Cost of fertilizer fuel (6) Cost of plant protection (7) Total

A vállalkozás megtakarítása a precíziós mezőgazdasági technológia alkalmazásából a 2018-2020-as időszakban 370 684 Ft-ot tett ki, mely évenként átlagosan 123 561 Ft-ot jelent. Az eszközbeszerzés teljes költsége 2 110 000 Ft, amely 17 év alatt térül meg a

jelenlegi költségszint mellett. Megállapítható, hogy a vizsgált vállalkozás által művelt 123,34 hektár területen a beruházás nem gazdaságos. Annak érdekében, hogy az amortizációs idő alatt a beruházás megtérüljön, a vállalkozásnak pontosan 300 hektár területen kellene precíziós mezőgazdasági technológiával gazdálkodnia.

Megvizsgáltuk a beruházás diszkontált megtérülési idejét 5% kalkulatív kamatláb mellett. Ez az érték pontosan a kétszerese a statikus módon kiszámított értéknek. 34 év a megtérülési idő, vagyis az az időtartam, amely a kezdeti beruházási kiadás megtérüléséhez szükséges, a jövőbeli diszkontált pénzárammal kifejezve.

## **KÖVEZKEZTETÉSEK**

A precíziós gazdálkodásban nagy potenciál rejlik, azonban az ehhez szükséges forrás csak korlátozott számban áll rendelkezésre. A legnagyobb kihívást a megfelelő technológiai háttér megléte, és az összegyűjtött adatok pontos feldolgozása, továbbá annak rendszerbe illesztett és elemzése jelenti. A folyamatos fejlődés érdekében nélkülözhetetlenek a gazdálkodók számára olyan képzési lehetőségek és támogatási formák létrehozása, melyek segítségével a kisebb gazdaságok is képesek lesznek az új technológia bizonyos részeinek integrációjára, ezzel javítva a jövedelemtermelő képességet, a fenntartható mezőgazdasági gyakorlatot és versenyképességüket.

A kutatásunkban végzett elemzések alapján megállapítható, hogy a szántóföldi növénytermesztési főágazat a vizsgált vállalkozás termelői tevékenysége vonatkozásában nyereséges, azonban igen kockázatos. Ennek okai, hogy a vállalkozás általános költsége magas, illetve az időjárás folyamatos változása, az inputanyagok és munkabérek árának növekedése jelentős mértékben befolyásolja a jövedelemtermelő képességet. Hosszú távú kockázatnak számít az is, hogy az EU meddig lesz hajlandó területalapú támogatást megítélni a tagországok gazdálkodóinak, vagy az milyen mértékben jelenik meg a magyar mezőgazdasági vállalkozásoknál. Számításaink alapján bebizonyítottuk, hogy a növénytermesztési főágazat a jelenleg alkalmazott technológia, költségszint és értékesítési árak mellett támogatás nélkül nem lehet nyereséges. Számításaink alapján a vizsgált gazdaságban csupán a durum búza termesztése látszik életképesnek, de a többi ágazat vesztesége ezt az eredményt a gazdaság szintjén lerontja. A vizsgálatok arra is rámutatnak, hogy a mezőgazdasági vállalkozásnak, különösen a kisebb cégeknek nem szabad szervezeti egység szinten eredményt értékelni. Az eredményt minden ágazatnál

ki kell mutatni, mivel ez adhat csak korrekt információt a gazdaság számára. Ez világít rá az egyes ágazat életképességére vagy folyamatos veszteségére.

A 2018-2020-as időszakban felmerült költségek figyelembevételével az Európai Unió támogatás nélkül abban az esetben lehetett volna nyereséges a jelen anyagban vizsgált termelőtevékenység, amennyiben a vállalkozás a hektáronkénti termésmennyiséget megközelítőleg 24%-kal növelni többletköltség nélkül növelni tudta volna, vagy a terményértékesítésből 11%-kal magasabb árbevételt volna el. A többletermés nagymértékben függ az adott év időjárásától, azonban a cég a nagyobb bevétel érdekében további partnerkapcsolatokat kereshet, akik magasabb felvásárlási áron veszik át a főterméket. Az bemutatott eredményszámításokból látható, hogy a támogatás a vizsgált gazdaság növénytermesztési főágazatában nem a nyereség növelésére, hanem a veszteség kompenzálására szolgál, mivel támogatások nélkül a termelői tevékenység a vizsgált évek nagy részében veszteséges lenne. A precíziós termelésre történő átállás érdekében a GPS adatok feldolgozására alkalmas sorvezető készülék és az általa vezérelt kormányautomatika beruházási költsége a vizsgált vállalkozás számára 17 év alatt térül meg, ezért alkalmazása kizárólag a növényvédelmi és műtrágyaszórás műveletekben nem gazdaságos. Annak érdekében, hogy az amortizációs idő alatt a beruházás megtérüljön, a vállalkozásnak 300 hektár területen kellene gazdálkodnia. Ugyanakkor az is megállapítást nyert, hogy 34 év szükséges a kezdeti beruházási kiadás megtérüléséhez jövőbeli diszkontált pénzárammal kifejezve, 5 százalékos kamatláb mellett.

Munkánkban kiszámítottuk az egyes termelési változatok fedezeti pontjait is, azonban azok számításainak bemutatása a cikk terjedelmi korlátai miatt nem kerülnek közlésre.

**ECONOMIC ANALYSIS OF THE ACTIVITIES OF THE MAIN CROP  
PRODUCTION SECTOR AND EVALUATION OF THE INTRODUCTION OF  
PRECISION FARMING**

ÁRPÁD FERENCZ<sup>1</sup> – VIKTOR VOJNICH<sup>2</sup>

<sup>1</sup>University of Szeged Faculty of Agriculture

Institute of Economics and Rural Development

<sup>2</sup>University of Szeged Faculty of Agriculture

Institute of Plant Sciences and Environmental Protection

**SUMMARY**

In our work, we analyzed the cultivation of durum wheat, rapeseed and sunflower crops in the period 2018-2020. We examined the costs of mechanical work in cultivation, the use of materials in cultivation, and its costs in terms of fertilizer, pesticide, fuel, and seed. Together with transport, service and rental costs, the total cost of production was established. From the summary of the final results of the prepared sectoral plans, we determined the income from cultivation, taking into account the European Union subsidies, the production value and the sectoral results. In our work, we calculated the cost, production value and profit for the examined period of the main crop production sector with and without EU subsidies. We found that in the period 2018-2020, without EU subsidies, the sectors would generate significant losses in areas with an average quality of 12-15 gold crown. It has been established that the current aid scheme contributes to the profitability of the loss-making sector itself. In our work, we examined the savings from the introduction of precision technology, which we compared in terms of costs. We have calculated the cost of the investment required for precision production and its return on investment with static and dynamic economic indicators.

**Keywords:** crop production technology, economic analysis, precision production

**IRODALOM**

*Austermuehle, E.* (2016): Monitoring your employees through GPS: What is legal, and what are best practices? The trouble with wearables. *Nature*, 525: 22-24.

- Colezea, M. - Musat, G.- Pop, F.- Negru, C. - Dumitrascu, A. - Mocanu, M. (2018):* CLUeFARM: Integrated web-service platform for smart farms. Elsevier. Computers and Electronics in Agriculture, **154**, 134-154.
- Európai Tanács (2017):* Proposal for a Regulation of the European Parliament and of the Council on a framework for the free flow of non-personal data in the European Union. 12-14.
- Európai Tanács (2018).* Horizon 2020 - Work Programme 2018-2020, 5.i. Information and Communication Technologies. 51-56.
- Farzana, F. - Hossain M. M. - Imtiaz, M. M. - Hossain, M. T. - Shafin, A. - Jameel, M. M. (2021):* A Real-Time Motion Based Fuel Monitoring Technique For Vehicle Tracking Systems. Conference: 2020 Emerging Technology in Computing, Communication and Electronics (ETCCE) 6. p.
- Láng I. – Csete I. (2005):* A fenntartható agrárgazdaság és vidékfejlesztés. MTA Társadalomkutató Központ Kiadó, Budapest
- Loizou, K - Koutroulis, E. (2016):* Water level sensing: State of the art review and performance evaluation of a low-cost measurement system. Measurement, **89**, 204-214.
- Roy, S. - Bose R. - Sarddar, D. (2015):* A Fog-Based DSS Model for Driving Rule Violation Monitoring Framework on Internet of Things. IJAST, **82**, 23-32.
- Salim, K. A. - Idrees, I. M. (2013):* Design and Implementation of Web-Based GPS-GPRS Vehicle Tracking System. International Journal of Computer Science Engineering and Technology. 3, 443-448.
- Schmaltz, R. (2017):* What is precision Agriculture? Agfundernews: <https://agfundernews.com/what-is-precision-agriculture.html>
- Takácsné Gy. K. (2003):* Precíziós növényvédelem, mint alternatív gazdálkodási stratégia? Gazdálkodás. **47**, 18-24.
- Takácsné Gy. K. (2011):* A precíziós növénytermelés közgazdasági összefüggései. Szaktudás Kiadó Zrt, Budapest.
- Ulrich, A. (2015):* Enabling smart farming in Europe. [www.euractiv.com](http://www.euractiv.com).
- Varga V. (2016).* Traktorok automatikus kormányzása. Agrofórum, **27**, 124-128.

*A szerzők levélcíme – Address of the authors:*

Ferencz Árpád

Szegedi Tudományegyetem

6720 - Szeged, Dugonics tér 13

e-mail: ferencz.arpad@mgk.u-szeged.hu

Vojnich Viktor

Szegedi Tudományegyetem

6720 - Szeged, Dugonics tér 13

e-mail: vojnich.viktor@mgk.u-szeged.hu



## EFFECTS OF COVID-19 ON INTERNATIONAL TRADE IN FOOD AND AGRO-BASED PRODUCTS

NÓRA GOMBKÖTŐ

Széchenyi István University Faculty of Agricultural and Food Sciences,  
Mosonmagyaróvár

### ABSTRACT

The COVID-19 pandemic has affected almost every sector of the economy, including international trade in food and agro-based products. The aim of the study is to examine the international trade of food and agro-based products among several countries in the pre- and in-pandemic period, focusing on the first four waves of pandemic. The study concludes that the COVID-19 pandemic has affected international trade in food and agro-based products due to government restrictions (border closures, export-import restrictions). In some countries, there was a shortage of some goods only initially for a transitional period, but as global supply was still satisfactory, an optimal distribution of products among countries was able to eliminate any shortages. The greatest negative impact of the pandemic has been on US trade, but it has spilled over to almost every country, especially its two main trading partners, the European Union and China. In terms of products, the biggest disruptions were in international trade in meat and meat preparation, fish and other aquatic invertebrates, and tobacco products. In addition to government restrictions, consumer habits have also changed to which actors have had to adapt. In addition, some of the habits have remained, which will also have an impact on future trade. International trade cannot be completely demolished but in the future countries must also prepare locally for similar unexpected shocks.

**Key words:** COVID-19 pandemic, closure, international trade, food, agro-based products

## INTRODUCTION

Food is an essential consumer good, so the smooth functioning of the food market is essential. The COVID-19 pandemic has affected almost every sector of the economy, including agriculture and the food sector. The impact of the pandemic was partly due to human diseases and partly due to current government measures. The toolbox of government epidemiological measures was extremely wide (closing borders, restricting travel abroad, quarantining areas, curfews, closing restaurants and hotels, introducing online forms of education, mandatory mask wearing, restricting personal contact), and the tools used or their combination was always dependent on the severity of the current stage of the pandemic. The pandemic in the food market had an impact on both the demand and supply sides, especially in the first period of the pandemic, in the first half of 2020, but later periods were also affected. The supply side is determined partly by crop quantities and partly by the quantities of products imported by each national economy. The amount of yield achieved in a given period depends on many things. One of the influencing factors is a farm management category, which was omitted in the present study, with the exception of the weather, which was extremely adverse in 2020, thus significantly influencing yields. However, the pandemic also had some effect on crop yields, mostly through the labour force. On the one hand, the closure of borders in the initial period restricted the free movement of labour, and on the other hand, the labour force also dropped out of work due to individual illnesses, which led to a decrease in production. The supply side has also been affected by the restrictions or, in extreme cases, the closure of the catering sector, as most alcoholic and other beverages are purchased by them. On the demand side, the pandemic had a significant impact on customer patterns. In early 2020, at the beginning of the pandemic and before government closures, consumers began to panic, buying mainly staple foods and durable foods, as well as flour and yeast for home baking, resulting in a temporary shortage of these products in the world. In addition, people began to look for healthier foods, including vegetables, fruits, and functional foods, for fear of illness. Home delivery and online shopping were preferred to personal shopping, and the number of visits to the grocery store and supermarkets decreased. The pandemic affected trade in almost all food products and in almost every country. Following the first wave of the pandemic, as the pandemic receded, the countries gradually opened, moderating the initial large-scale downturns, and



although new waves of the pandemic subsequently hit, there was no longer as much a decline in trade in agricultural and food products as in the first wave. However, for some products the effect of the first wave is still felt. In addition, it seems that quite a few consumer habits have changed due to the pandemic and will remain with us. These factors also affect current and future trade patterns.

## LITERATURE REVIEW

COVID-19 has had a much greater impact on the global supply chain than previous coronavirus pandemics such as SARS or MERS (*Li and Lin 2020*). In addition to the direct effects of COVID-19 (illness and death), Morton (2020) classifies indirect effects into three categories: government decisions, private decisions, and consumer decisions that affect households, the economy, and sustainability in both the short and long term. The pandemic affected trade in goods and services on both the supply and demand sides (*Li and Lin 2020*).

An important regulatory element on the supply side was restrictions in movement. At the beginning of the pandemic, in the first quarter of 2020, governments worldwide introduced significant restrictions on the transportation of goods, as well as labour migration. Restrictions on the supply of products restricted both imports and exports, for different reasons. Import restrictions were primarily for health reasons, as they feared introducing the virus through food. For instance, Indonesia, Korea and Russia imposed a ban on both wild and live animals, and animal products from China in January and February 2020, while Egypt banned imports of garlic, carrots and green ginger from China (*ATPC 2020*). Since March of the same year, Mauritius restricted imports of animal products from China, Iran, Korea, Switzerland and the EU, while Vietnam imposed a total ban on the import of wildlife and related products from around the world. In addition, Iraq and Seychelles increased import duties on agricultural products (*ITC 2020*). In January 2020, the United States increased the number of denials of imports of agricultural products by 52% over the same period last year, by particular by refusing to import agricultural products from China because the pandemic started there. In addition to these import measures, which were notified to the WTO, countries also adopted unilateral border controls by refusing entry to certain imports (*Chen and Mao 2020*). However, it can be seen that the restrictions were mainly on live animals and raw products. The

restrictions on exports of processed food were less common, only Vietnam and Kazakhstan used this tool in the first wave of the pandemic.

Export restrictions are intended to ensure the provision of domestic food supply and maintenance of the quantity of domestic products (*Casey and Cimino-Isaacs 2020, Chenarides et al. 2020*). Export restrictions have been applied primarily to staple food products such as cereals. Between 20 March and 10 April 2020, twenty countries banned the export of various foods, including rice, wheat, oil, fruit, vegetables, and eggs. Only half of these restrictions were fixed-term, the other half are still pending (*Chen and Mao 2020*).

The WHO and FAO drew attention to the need for free trade and stressed that there is no evidence that the virus spreads through food (*WHO 2020*), however, the negative effects of export restrictions were much greater. *Espitia et al. (2020)* mentioned that a long-term negative effect is the decrease in domestic prices, thus causing financial damage to farmers and consequently the reduction in production. They mention as a further negative effect the loss of countries' international marketplaces, thereby their competitive advantage, as well as the loss of exporters' reputation, and as a result the loss of confidence in international trade and, ultimately, the loss of future business opportunities for exporters. According to *Glauber et al. (2020)* and *Fyles and Madramootoo (2016)*, the negative effect of an export-restricted policy is the rise in world market prices for staple foods (e.g., wheat, corn, rice) and the reduction in the quantity and quality of food consumed. While *Arianina and Morris (2020)*, *Ndemezo et al. (2018)* and *Reddy et al. (2016)* have also suggested that export restrictions have a number of negative effects. On the one hand, there will be a shortage of products that are not grown or produced nationally. Restrictions also weaken manufacturers because the international market has an infinite number of customers and helps manufacturers choose the best one. When applying export restriction policies, local sellers cannot find buyers and this results in oversupply and waste, as well as economic losses. Foods that are not grown locally but are intended for processing are not available due to constraints and so capacity utilization of food production plants does not meet demand.

The other part of government restrictions was aimed at reducing personal contact and was undertaken by implementing curfews and closing certain community venues (cinemas, theatres, museums), as well as catering establishments and schools. Due to the shutdown of restaurants, hotels and schools, food lost a significant market. And although

food purchases jumped initially due to panic purchases, it was still not enough to use up stocks that would have been sold to the catering sector, thus leaving significant amounts of food wasted due to perishable products. According to *Seleiman (2020)*, the closure of restaurants and food services, logistical constraints on tourism, and transport disruptions are likely to affect the livestock and poultry sectors in terms of supply and distribution chains. For instance, demand for beef in China, which had previously increased due to pork shortages, has also declined. He suggested investing in plant-based meat alternatives and cellular agriculture as a solution.

*Rutten et al. (2013)* drew attention as early as 2013 to the fact that if barriers are created to supply and demand within the global food system (either through foreign trade protectionism or efforts to reduce the impact on domestic products or citizens), food surpluses and deficits are likely to be observed simultaneously in different sectors and regions of the world. Protectionism can have devastating consequences, usually for the most vulnerable actors in the global food system. Export restrictions make it more difficult for producers in exporting countries to enter the global market, which could lead to a food security crisis, especially for the least developed countries. Restrictions between cities, provinces, regions, and countries have a negative impact on the distribution of staple products (*Aday and Aday 2020*)

The food and agriculture chain can be broadly classified into two categories regarding capital investment and labour. The first one can be defined as staple products such as wheat, corn, maize, soybeans, and oilseeds. The second one contains high-value products such as fruit, vegetables, and fisheries. Staple products require large amounts of capital investments, while high-value products, particularly fruit and vegetables require large amounts of labour.

On the supply side, one of the reasons for the decline in output was the problem of labour shortages in some sectors. Labour shortages in these sectors had already occurred before COVID-19, but this was exacerbated by the initial period of the pandemic, partly due to restrictions on the flow of foreign labour (travel restrictions) and partly due to illnesses in the labour force. This problem was especially common in animal husbandry, horticulture, fruit and vegetable production (during planting, harvesting and processing; in the case of livestock on farms and packaging) (*Gruère and Brooks 2021, Mahajan and Tomar 2021, Seleiman 2020, Stephens et al. 2020*), and in the dairy and meat sector (*Gruère and Brooks 2021*). According to *Seleiman (2020)*, border restrictions prevented

seasonal workers from Eastern Europe from working on farms and in vegetable processors in Western Europe, thereby reducing vegetable and fruit production, thus leading to higher prices. In France, Spain and the United Kingdom, labour was recruited for these jobs, and in Germany students and the unemployed were recruited (*Gruère and Brooks 2021*).

The demand side has been affected by changed consumer behaviour. Global shocks, such as a pandemic, increased the global demand for food. In the initial period of the pandemic, consumers began to panic buy. They were primarily looking for durable food (dried or canned food, pasta, milk or milk substitutes), as well as flour and yeast, as the main baking ingredients, for convenience, home baking and cooking, which resulted in a temporary shortage of these products (*Bakalis et al. 2020*). Later in the pandemic this problem ceases to occur and did not recur. In addition, people consumed healthier foods (fruits, vegetables, legumes, whole grains, olive oil). At the same time, COVID-19 and the associated anxiety and confinement also had an impact on mental health, so consumers went for a higher volume of mood-enhancing foods (alcohol, sweets) (*Hughes 2020, Muscogiuri et al. 2020*). In Regarding this, *Crisp (2020)* and *DeBroff (2020)* also conducted research from the first period of the pandemic. *Crisp (2020)* found that demand for fresh bread increased by 76% while for frozen vegetables the demand increased by 52%, and although consumption of alcoholic beverages did not initially increase, later it also started to increase significantly. In a *DeBroff (2020)* survey, 43% of consumers reported that they consumed 42% more vegetables and 30% more food that contained protein (meat, chicken, or fish). However, 47% of consumers consumed more sweets, 24% consumed fewer vegetables, 21% consumed less fruit and 19% consumed less protein. Although consumers increased the amount of money spent on food (*Bakalis et al. 2020*), consumer income decreased due to the reduction in labour due to the impact of the pandemic, thus reducing the demand for expensive food in individual consumption (*Amare et al. 2020, Bauer 2020*). In the first wave of the pandemic, the number of visits to grocery stores decreased, with consumers preferring online shopping instead of personal purchases, takeaway, and home delivery. The latter two were also facilitated by the closure of restaurants (*Bakalis et al. 2020, Debroff 2020*).

In most regions of the world, logistical constraints, and labour shortages, due to the COVID-19 pandemic, disrupted some agricultural market chains at the beginning of the pandemic, limiting access to animal feed. Imports of feed ingredients such as soybean

meal and feed additives, as well as veterinary medicines, may have been disrupted due to the COVID-19 pandemic. In addition, livestock farms have faced rising costs for feed and medicines caused by the COVID-19 pandemic, leading to higher costs for all livestock sectors, including those for animal products.

*Kerr (2020)* examined the first wave of the pandemic and concluded that there was not as large a decline in agricultural production as in other sectors. Supply remained relatively stable, apart from initial panic purchases; however, demand changed. Initially, due to fears of closures, the demand for durable foods increased, but later, with people losing their jobs and their incomes declining, they increasingly demanded staples instead of processed foods. Demand for processed foods decreased significantly, and these are only involved in international trade, so according to *Kerr (2020)*, the globalization of agricultural products decreased. In addition, due to the initial border closures, the countries tried to solve the food supply within their borders, which also had an effect on the domestic food supply, and it went against international food trade. After the pandemic, two possible scenarios are likely to be expected. One is that countries will increasingly strive for food self-sufficiency, thereby reducing their dependence on other countries. The other is that countries will strive for even stronger international cooperation to better prepare the global economy for similar shocks in the future. According to *Kerr (2020)*, this depends on the dynamism of recovery from the crisis. Cooperation is the more likely scenario for a rapid recovery, while protectionism is a more likely scenario for a slow recovery.

According to *Aday and Aday (2020)*, the biggest problem was the disruption of supply chains, as there was no continuity of food flow from manufacturers to end users. While countries struggled with the pandemic, they had to do everything they could to move the gears in food supply chains. The impact of pandemic problems on agricultural systems is highly dependent on the intensity and composition of agricultural inputs and varies depending on the products produced and the country.

The research results of *Li and Lin (2021)* show that the spread of the pandemic in different periods had an asymmetric effect on trade between countries. The main reason is that different stages in the progression of a pandemic lead to differences in the supply and consumption sides of global trade in different countries.

After the outbreak, several researchers began to deal with the impact of the pandemic on international agricultural and food trade. These studies quantified the impact of the

pandemic. Some studies dealt globally with numerical values of trade processes (*Beckman and Countryman 2021, Li and Lin 2021, Maliszewska et al. 2020, Poudel et al. 2020*, while others have examined priority territory (*Kerr 2021, Cao et al. 2020, Grant et al. 2020, Lin and Zhang 2020, Morton 2020, Seleiman 2020*).

*Beckman and Countryman (2021)* investigated the effect of COVID-19 on agriculture and the food industry using a simulation model. It was found that agricultural production and trade markets in the United States and other countries were very resilient at the time of the pandemic, with production and trade increasing for almost all products in 2020 despite the pandemic (China had a decrease in pork production due to the impact of African Swine Fever [ASF]). Examining the first three months of the pandemic, *Seleiman (2020)* found that the global food supply was sufficient and stable, especially for cereals (wheat, corn, legumes). According to *Beckman and Countryman (2021)*, trade in agricultural products increased globally by 2.3%; *Poudel et al. (2020)* were more pessimistic, as they observed a decrease of 13–22%. According to *Beckman and Countryman (2021)*, trade in processed foods, live animals, alcoholic beverages, tobacco products, and (due to declining demand for clothing) fibre plants decreased, while trade in oilseeds, wheat, other meats, and sugar (due to a significant increase in exports from Brazil and India) increased the most. Trade in pork was not affected by COVID-19 but rather, as written earlier, by ASF, which caused about a 50% loss of pigs in China in 2018. Thus, China's imports of this product increased in 2019 and 2020 compared to previous years. However, it was still unable to make up for the loss, so consumption shifted significantly from pork to beef and, in addition to the increase in beef prices, Chinese beef imports also increased. According to *Poudel et al. (2020)* the products that took the biggest hit in the pandemic were live animals (delivery of poultry breeding stock was disrupted due to the travel bans and fishery products were endangered due to labour shortages, border closures and health measures) and products of animal origin, especially milk. Due to the decrease in the supply of fishery products, people in some regions decreased their animal protein intake or changed the source of their protein intake (*Seleiman 2020*), which led to an increase in demand for other animal products (e.g., poultry meat).

The pandemic did not only affect agricultural and food products. Due to global trade disruptions, farmers had to face a shortage of agricultural raw materials such as seeds, fertilizers and pesticides. According to *Marlow (2020)* and *Poudel et al. (2020)*, China is

one of the largest fertilizer manufacturers and exporters of the world. However, the outbreak of COVID-19 in China affected the Chinese fertilizer industry, disrupting the movement of both fertilizers and raw materials in China. This and the Chinese closure severely affected international fertilizer trade. In addition, the lack of raw materials affected the planting of spring crops such as corn, sunflower, wheat, barley, rapeseed, and field vegetables. Therefore, import-dependent countries appeared to be heavily affected by the pandemic (*Poudel et al. 2020*).

The COVID-19 pandemic has affected trade in all countries of the world mostly negatively. Examining the three largest trading actors in the world, *Li and Lin (2020)* found that the negative impact of the pandemic on trade was the greatest in the United States, followed by China and then the European Union. In their research, *Li and Lin (2020)* found that in the first wave of the pandemic, EU exports fell by 10.5%, imports by 9.5%, and trade by 10%. The COVID-19 pandemic spread rapidly in the EU and many foreign trade companies faced cancellation or delay of orders; trade uncertainty accelerated the commerce crisis. The EU has a huge international market due to its important trade position, so the impact of the pandemic on other developed and developing countries intensified due to this. In the US, trade fell by 23% and imports by 37%, but exports increased by 18% (*Li and Lin 2020*). One possible reason for the increase in exports is that the United States enjoys an export competitive advantage in the international trade market due to its huge competitive market, advanced technology, and high productivity. Both China and the EU, the main trading partners of the United States, were affected by imports and exports. In general, countries with closer trade relations with the United States are more vulnerable than other countries. As for the trade effects in the world, the influence of trade disruptions hit the US more than the real situation of influence. *Li and Lin (2020)* found that China's trade fell by 13%, its exports by 15%, its imports by 12%, and that the pandemic affected most Asian countries (especially the Philippines, Japan, Indonesia, Malaysia, and Thailand). The main problem is that the pandemic disrupted the normal operation of Chinese export companies, as well as foreign trade restrictions and a sharp decline in exports, leading to supply-side disruptions. Importing countries could not find import alternatives in the short term to cope with China's temporary supply shortages, so their related industries were also affected, and their exports limited. *Cao et al. (2020)* examined the impact of COVID-19 on agricultural trade in China in the first wave of the pandemic. Their research found that the first wave

of the pandemic could have had a negative impact on agricultural exports in the short run, mainly due to supply chain disruptions, but could also have a deeper and more lasting negative impact in the long run due to a possible decline in external demand and non-tariff barriers to trade (NTBs). On the other hand, it was stated that despite panic purchases and country restrictions, world food supply and demand for China's food imports remained optimistic. Their simulation results showed that in connection with COVID-19 and China's Sino-US Economic and Trade Agreement (SUETA) signed with the United States in 2020, a large but declining decline in value is likely. The trade agreement declares that China will import \$12.5 billion more in value of agricultural and fishery products from the United States in 2020 compared to 2019 and \$19.5 billion in 2021 compared to 2020. At the beginning of COVID-19, China began granting tariff exemptions to facilitate agricultural import purchases from the United States, but this effect only materialized after the forced entry into the trade agreement (14 February 2020) (*Grant et al. 2020*). *Lin and Zhang (2020)* examined China's agricultural exports in the first wave of the pandemic using firm-level data. It was found that, on average, exports of agricultural enterprises fell, while exports of certain agricultural products, in particular cereals and oil, remained strong and even increased, which coincides with the demand for staples during the pandemic. Not surprisingly, exports of herbs also increased significantly during the pandemic. However, exports of goods such as edible mushrooms and horticultural products fell sharply. Their results also showed that the effect of COVID-19 was generally more severe on smaller firms than on larger firms. *Poudel et al. (2020)* reported that the pandemic in China had the greatest adverse impact on animal husbandry due to limited access to animal feed and labour shortages.

*Kerr (2021)* examined the impact of the coronavirus on agricultural trade in Canada and concluded that the agricultural sector was severely affected by the pandemic and that pre-COVID characteristics are unlikely to return. Furthermore, the pandemic has highlighted those international reforms are needed in the trading system.

*Morton (2020)* examined African countries and concluded that the food supply chains of these countries were also vulnerable to COVID19, as they have been adversely affected by other pandemics.

Due to the COVID-19 pandemic, Brazilian and American soybeans and maize were not exported in large quantities, but instead domestic consumption was encouraged and opened up new markets. Therefore, the supply of soybeans and maize may be jeopardized



in many countries. In addition, inadequate fertilizers caused by COVID-19 logistical constraints can cause inadequate yields of soybeans, corn, sugar cane and coffee in Brazil. This means that Brazil and China may be the most affected countries due to border closures and restrictive international trade in fertilizers and crop production. Innovative start-ups in these countries have encouraged the production of their own technologies and reduced the import of inputs (*Seleiman 2020*).

*Erokhin and Gao (2020)* and *Seleiman (2020)* found that developing countries and the least developed countries were hit hardest by the food crisis due to COVID-19 closures, economic recession, food trade restrictions, and rising food inflation. Some developing countries did not have the capacity to detect viruses on a large scale due to poor infrastructure and inadequate medical resources. In these developing countries, food security risks associated with the health crisis were mainly related to economic access to adequate food supply (food inflation), while in higher income developing economies, food security risks related to accessibility (food trade restrictions and currency depreciation) were more common. As the COVID-19 pandemic continued to spread in developing countries, there was a concern that the reduced global trade would continue. In the trade of goods and flow of capital, there are strong links between the economic sectors of different countries. Due to deepening of globalization, if the COVID-19 crisis continues to deteriorate, then global trade shock will spread further (*Li and Lin 2021*).

Consequently, most of the literature examined the impact of the pandemic only in the year 2020 and within that largely only in the first wave. However, the pandemic is expected to persist even when this paper is published, so an update to examine its impact is needed. The aim of the study is to examine the impact of the COVID-19 pandemic on international agricultural and food trade up to and including the second half of 2021, with special emphasis on the role of each wave. The study highlights from the pre- to the in-pandemic period the good practices that should be continued in the future in order to optimize agricultural trade.

## **MATERIAL AND METHOD**

The study was based on secondary databases. As the study aims to examine the impact of the COVID-19 pandemic on agricultural and food trade, and the pandemic is ongoing, databases that include data from 2021 and at least quarterly, but rather monthly, were

considered. However, out of the largest intergovernmental databases related to international trade (UN Comtrade Database, ITC [International Trade Center] Trade Map, WTO Statistics, FAOSTAT, OECD Statistics, EUROSTAT) only two met these criteria, so the examination was based on these two databases (EUROSTAT, ITC Trade Map). The selection of the examined goods was based on the Standard international trade classification (SITC) grouping, and Section 0 (food, drink, and tobacco) and Section 1 (including live animals) were selected. In addition, as it was demonstrated during the literature review that barriers to trade in fertilizers were encountered, fertilizers from Section 5 were also included in the investigation. The aim of the study was not to examine the long-term characteristics, but to examine the effects of the COVID-19 pandemic and its individual waves, so data for 2020 and the first half of 2021 were included in the research. In addition, for the sake of comparability, the years immediately preceding 2020 were taken into consideration. The methods used in the study are simple statistical methods (absolute deviation, mean, ratios [dynamic, distribution], matrix, graphical representation).

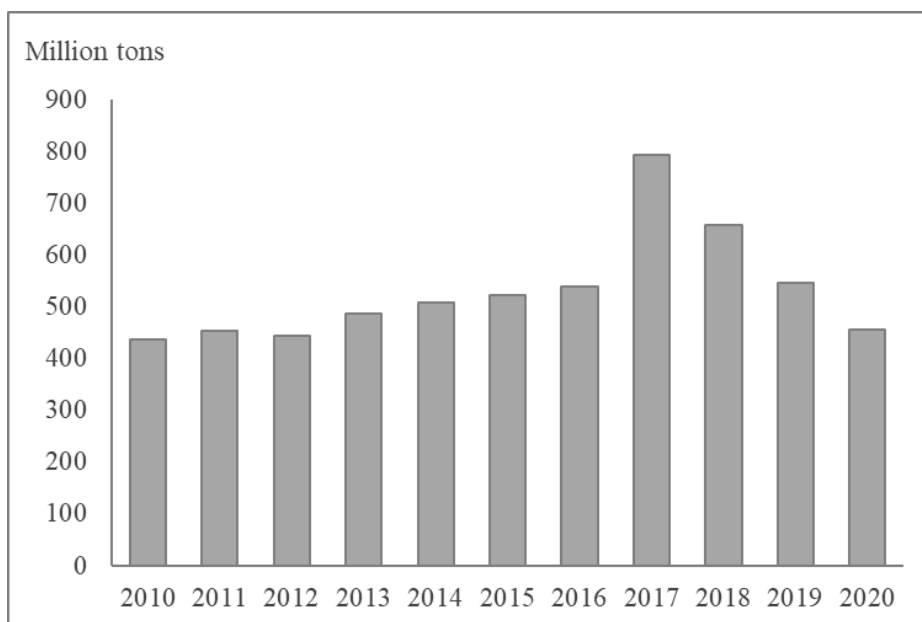
## **Results**

Before examining international trade in processed food and agro-based products, it is useful to briefly review what are the general characteristics of trade in these products in the world. The major trading regions in the world are the European Union, the United States and China. The European Union and the United States are major agricultural and food trading partners in the world; they represent more than 30% of global trade. In addition, the European Union has many other trading partners both from developing and from developed countries as well. Comparing the three major trading partners (European Union, the United States, China), the United States exports a higher proportion, while China a lower proportion, of their products than the European Union in the case of all agricultural and food commodities. In the United States a relatively high proportion of meat is provided from import; while in China crops, beef, and veal come from imports; and in the European Union most of crop consumption is supplied by import (*Gombkötő 2017*). World agricultural and food exports are highly concentrated. Russia, the European Union, the United States, Canada and Ukraine together accounted for 75% of total wheat exports in 2019-2020. The rice market is equally concentrated, with 75% of exports

coming from the top five exporters and almost a quarter coming from India alone. Vietnam's global market share alone is 16% (Glauber *et al.* 2020). Brazil and the US supply most soybeans, while China accounts for more than 60% of world soybean imports (Gale *et al.* 2019). In addition, the major global corn exporters are the US and Brazil, while the major corn importers are Mexico and Japan. (Seleiman 2020). The major exporters of cattle are Brazil, India, Australia, while its importers are the US, Russia, Japan and Italy. The major exporters of poultry meat are the US, Brazil and the Netherlands, while importers are China, Hong Kong, Japan and Saudi Arabia. The major exporters of aquaculture are China, Thailand and Indonesia, and importers are Japan, the Netherlands, Italy and the US.

In terms of world trade globally, it is enough to look at only either exports or imports, as the two are in balance. When the trade between countries is examined, it is important to distinguish between exports and imports. Quantitative data are the most appropriate for examining trade, but they are not available in all databases, so value data were used instead. As only a few consecutive years were examined, the purchasing power of money has presumably declined to a negligible extent, so no adjustment is needed to show a change in trade.

First, it is useful to review the change in global exports of processed food and agro-based products over time to get an overall view. For this, quantitative data were examined, but they were only available annually, so the trend between 2010 and 2020 was examined. Regarding the global exports of processed food and agro-based products, the export volume gradually increased from 2010 to 2016 by an average of 3-5% per year. From 2016 to 2017 there was a large increase (47%), then from 2018 it started to decrease. However, in 2019 it still exceeded the level of 2016 but fell back to the level of 2010 in 2020 (Figure 1). This is probably due to the impact of the pandemic for reasons stated earlier.



*Figure 1:* Global export of processed food and agro-based products

Source: Own, based on International Trade Center (ITC) Trade Map

*Figure 1* shows world trade in all processed food and agro-based products, but it does not show which products are behind the changes. *Table 1* shows the change in international trade in the same product group compared to the previous year, but it is divided into main product groups. (No data were available for live animals and beverages.)

Table 1: Change in the volume of exports of global processed food and agro-based products compared to the previous year, by main commodity group (%)

Commodity group	2015	2016	2017	2018	2019	2020
Meat and edible meat offal	<b>-0.1</b>	<b>-33.1</b>	+2.0	<b>-1.6</b>	<b>-58.2</b>	<b>-23.6</b>
Fish and crustaceans, molluscs and other aquatic invertebrates	<b>-47.6</b>	<b>-2.0</b>	<b>-2.0</b>	+24.9	<b>-7.8</b>	<b>-27.6</b>
Dairy produce; birds' eggs; natural honey; edible products of animal origin	+1.7	<b>-0.8</b>	<b>-80.1</b>	<b>-0.3</b>	+59.7	+107.8
Vegetables and certain roots and tubers	+145.8	+37.1	<b>-20.8</b>	<b>-4.9</b>	<b>-71.6</b>	+9.7
Fruit	+29.5	+211.5	+26.7	<b>-43.7</b>	<b>-80.3</b>	+74.7
Coffee, tea, maté and spices	+3.5	+5.3	+2.0	<b>-4.8</b>	<b>-0.1</b>	+0.2
Cereals	+29.5	+67.1	+11.3	<b>-27.1</b>	<b>-61.0</b>	+17.0
Tobacco	<b>-4.7</b>	<b>-12.4</b>	+0.2	<b>-0.3</b>	+24.3	<b>-79.9</b>

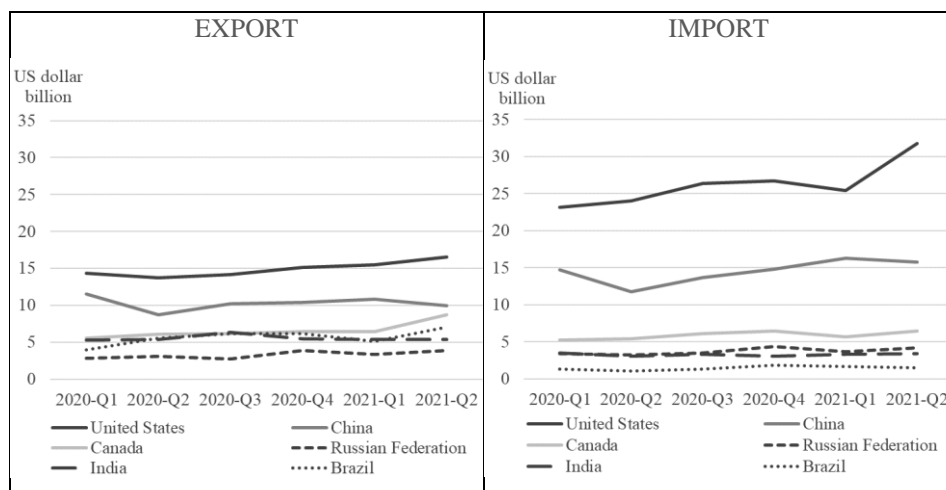
Source: own, calculation based on International Trade Center (ITC) Trade Map

*Table 1* shows that trade in agricultural and food products is highly volatile and largely dependent on yields. The decline in global exports in 2020 is mainly due to meat and meat products, fish and other aquatic invertebrates, and tobacco. The volume of exports of tobacco decreased dramatically compared to the previous year. The decline in exports of meat and fish products began as early as 2019, which was not due to COVID-19, but rather – as written in the literature – African swine fever (ASF). In the case of meat products, exports of beef and pork decreased, while those of poultry remained almost invariable or decreased only slightly. The years 2018 and 2019 brought a decrease in exports for almost all products compared to the previous year. The market for fish and fish products, as described in the literature, is indeed in crisis. They are not only due to pandemic closures, but also labour shortages and health measures, as fewer and fewer quantities have been exported every year since 2015. So it is likely that global decline in fish stocks is in the background. Besides decreases, the volume of export of two commodity groups (dairy products and fruits) increased significantly from 2019-2020. This may be related to COVID-19, but exports of these two product groups have been highly volatile in previous years, so it cannot be necessarily explained by the pandemic.

The supply of fertilizers in agriculture was questionable as well. In this respect there was a tendency that the export of fertilizers in the world was already decreasing dramatically in 2017 (by 64.8%), but since then it has stagnated, and in 2020 there was

no major decline. So, the initial Chinese fertilizer distribution problems at the beginning of the pandemic were resolved during the year.

After reviewing trade of specific product groups, it is expedient to examine the foreign trade data of the countries that trade in these products to the greatest extent. The top 10 agricultural and food exporters are (in descending order) the European Union, the United States, Brazil, China, Canada, Indonesia, India, Thailand, Australia, Argentina, Russia, Malaysia, and Mexico, while the top 10 importers are the European Union, China, the United States, Japan, Russia, Canada, South Korea, Mexico, Hong Kong, India, Saudi Arabia and Indonesia (*Gombkötő 2017*). Based on this, the study examined agricultural and food trade in the European Union, the United States, China, India, Canada, Russia, and Brazil. For each year this study used EU-27 (2020) data, so by removing UK trade data from previous years, the data became more comparable. As the European Union is not a country but an integration of countries and one of the largest traders in agricultural and food products, it will be presented separately in the second part of the study. Data on exports and imports of processed food and agro-based products by country are only available in value, so the impact of the pandemic is illustrated through this. As the main goal is to study the impact of the pandemic and its individual waves, the data were plotted from the first quarter of 2020 to the second quarter of 2021 (*Figure 2*). As the EU-27 has the largest trade in the world and its value is six times that of the second largest, the United States, and while subsequent countries show only a 2-3-fold difference, the EU-27 is left out of the figure so orders of magnitude can be as close as possible to each other. Thus, the trade data for each quarter can be seen as clearly as possible in the figure.



*Figure 2:* Trade value of processed food and agro-based products in the main foreign trade countries (except the EU) from the first quarter of 2020 to the second quarter of 2021

Source: Own, based on International Trade Center (ITC) Trade Map

*Figure 2* shows that the trend in trade in processed food and agro-based products did not follow the same pattern in the countries studied, which is also because each wave of the pandemic reached different countries at different times. In both the United States and China, both exports and imports experienced a decline in the first wave of the pandemic in the first quarter of 2020, due to the temporary closure of borders and other epidemiological measures. The same decline in Russia occurred only in the third quarter of the same year, when the second wave of the pandemic began. In the third wave of the pandemic, a decline was also observed in the United States, Canada, Brazil and Russia, but the extent of this did not reach the decline experienced in the first wave, as the products could flow relatively more freely. Thereafter, growth started in all countries examined except China. Thus, subsequent waves of the pandemic no longer affected trade in processed food and agro-based products, as countries were prepared for this.

The product turnover between the major trading partner countries was examined in the year immediately preceding the pandemic (2019) and in the first year of the pandemic (2020) (*Table 2*). Value data were also available for this, but for two consecutive years it was still only comparable without bias. The highlighted data refer to those trading connections, where product turnovers show the highest change from 2019 to 2020 in a

relative sense. Trade in processed food and agro-based products between countries did not change significantly. Two major changes can be observed, on the one hand, the volume of products exported from Russia to the United States, India, and Brazil, and on the other hand, the volume of products exported from Brazil to China more than doubled. From Russia to the United States mainly foods, frozen products (e.g., frozen crabs, fruits, vegetables, ice cream, etc.), cooking oil, wheat, flour, prepared or preserved fish, convenience food, yeast, dry pasta, potatoes, vegetables, and fruits prepared or preserved, canned goods, and tobacco. However, it can be observed that imports of luxury goods (e.g., caviar, cocoa powder) to the United States decreased. It is also clear from the type of products that the demand for prepared or preserved foods and staple foods increased in line with changes in consumer habits, while there was no demand for luxury goods due to an increase in time spent at home and a decline in GDP, as well as in people's incomes. India mainly imported cooking oil and yeast; while Brazil imported malt, yeast and tobacco from Russia, i.e., staple foods for which most countries have introduced export restrictions, so supply temporarily declined globally. The increase in exports from Brazil to China was clearly due to meat (pork, beef) products caused by the Chinese pig shortage, but the value of yeast and tobacco imports had also increased. However, in addition to these products, there was a decrease in most other products as well.



Table 2: Trade in processed food and agro-based products between major trading partner countries in 2019 and 2020

Million US dollars

2019		Import						
Export	Country/ Region	European Union	United States	China	Canada	Russian Federation	India	Brazil
	European Union	-	25,840	10,375	3,566	5,739	632	1,491
	United States	3,880	-	2,093	15,335	188	229	329
	China	3,745	3,954	-	693	824	207	198
	Canada	751	18,163	2,026	-	53	14	44
	Russian Federation	1,550	<b>43</b>	1,283	10	-	<b>164</b>	<b>9</b>
	India	1,842	3,868	1,570	329	187	-	47
	Brazil	5,383	1,520	<b>768</b>	188	129	521	-
	2020		Import					
Export	Country/ Region	European Union	United States	China	Canada	Russian Federation	India	Brazil
	European Union	-	24,982	10,573	3,711	5,610	640	1,575
	United States	3,664	-	2,536	14,885	184	209	374
	China	3,590	4,106	-	672	756	146	198
	Canada	795	18,561	2,212	-	46	20	35
	Russian Federation	1,732	<b>81</b>	1,815	12	-	<b>365</b>	<b>23</b>
	India	1,790	3,954	1,543	397	189	-	67
	Brazil	4,793	1,546	<b>1,681</b>	322	89	754	-

Source: Own, based on International Trade Center (ITC) Trade Map

As described above, the European Union was examined separately. First, a review of the production data of the main agricultural products is presented. Crop production has an annual yield, so annual data was available. However, data for 2021 has not yet been made available for all EU countries, so considering the EU as a whole, we can only compare data from the first year of the pandemic (2020) with previous years. Cereals had

the lowest total yields in the EU in the last ten years. There was a 10-20% decline compared to previous years, but this is not necessarily due to the pandemic, as the year 2020 was characterized by spring frosts and then a severe drought, so the weather was also extremely unfavourable. The declines were mainly in France, Romania, Bulgaria and Ireland, while in other countries the yield was relatively balanced compared to previous years. In Spain and Lithuania, it even increased, and in Germany and Italy the declining trend started years ago. Regarding sugar beets, a declining trend has been observed since 2017, in almost all countries, so its yield was also not affected by the pandemic. The largest drop in yields (almost 30%) was also in France for sugar beets. Concerning vegetables, despite initial border closures causing a problem for the sector's labour supply, yields in the EU had even increased slightly compared to the previous year. It does not appear to have caused more severe crop losses in any of the countries. In the case of animal products (meat and dairy products) the yield was continuous, so it is more worthwhile to examine the monthly data. Meat production fell even more (20%) than in previous years in April 2020 but returned to its previous level in June and has been stable ever since. The reason for this was the initial closures, during which animal feed and live animal transport were disrupted. In addition, part of the workforce was quarantined, so production fell. Another reason for the decline may be the closing of restaurants, so some of the demand for meat fell, which was also accompanied by a decline in production. In the case of beef, there was another decline in December 2020, which can be attributed to the second wave of the pandemic. However, in the case of pork, in March 2021, a positive jump was observed. In the case of milk production, the recessions relatively followed each wave of the pandemic. Although there was no decline at the beginning of the first wave, a decline began in May 2020 and lasted until November 2020. Subsequently, there was an even larger decline in the third wave (February 2020) and another decline began in August 2021, which was already in the fourth wave of the pandemic. Furthermore, this trend was expected to continue. These waves developed similarly in all countries. It can therefore be concluded that there were larger decreases in yields, mainly in France, which may have had an impact on exports. In the case of milk production, the effects of some of the waves of the pandemic can be clearly observed (a decrease can be seen in the waves), which also affected exports. Examining the European Union's foreign trade, it can be said that trade in food and live animals had extreme fluctuations over the course of a year, both in the years before and during the pandemic (*Figure 3*). Exports in the

years of the pandemic (2020 and 2021) followed a similar trend as in the years before the pandemic. In the first year of the pandemic, in 2020, it was much higher than in previous years, which may indicate a volume of exports that satisfied the sudden surge in world food demand. At the same time, a sharp decline can be seen in the post-February period, which can be attributed to the sudden closure of borders and export restrictions. However, after the August low, it started to rise and reached the level of 2019. Imports had a completely different trend. The trend in the first year of the pandemic was quite like previous years, only at a much lower level, and here, unlike exports, there was a sharp decline in February. This can be explained by the fact that people around the world started to buy and stockpile their food stocks, and countries introduced export restrictions, resulting in a global deficit, so the EU was only able to import less. However, this was settled by April, but the volume of imports lagged the previous years for the rest of the year. This is due to a decrease in human consumption - partly due to closures (e.g., restaurants) and partly due to previously accumulated food stocks. The second year of the pandemic took a different course. Imports increased at the beginning of the year (probably due to an increase in demand in preparation for the third wave) and then fell sharply in mid-March during the third wave. The reason for this was also due to closures.

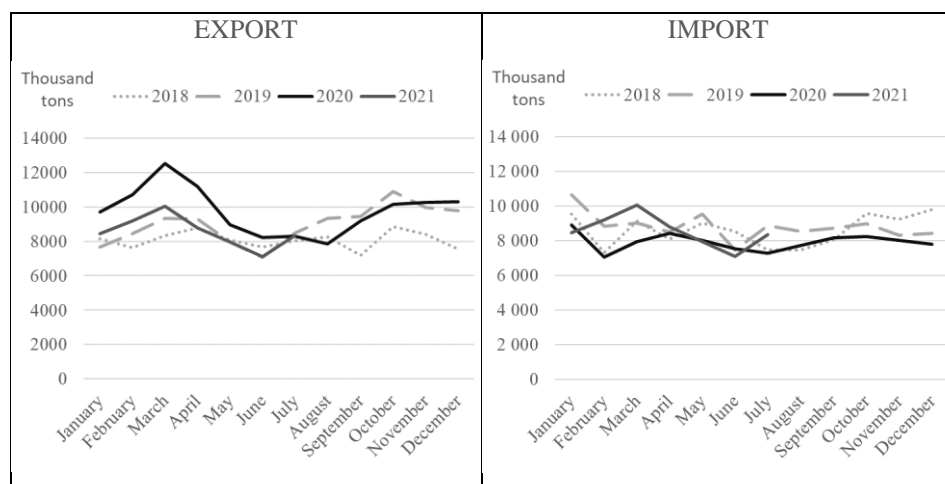


Figure 3: Trade in food and live animals in the European Union

Source: own, based on Eurostat

Most of the European Union's five largest food and live animal importing partners (China, Switzerland, the United States, Norway, Russia) exports follow the same pattern

as the total product group; however, exports to China are highly volatile and no regularity can be observed.

In almost all five of the largest partner countries (Brazil, Argentina, Russia, Canada, the United States) that export food and live animals to the European Union, food and live animal exports to the EU started to rise in February 2020 after a slight decline. However, in Brazil and Argentina, this increase was huge, declining by the end of the year, then starting to rise again in January 2021, and increasing explosively in April of this year. Thus, it can be seen that imports of food and live animals from these countries followed each wave of the pandemic, as it was rising in each wave. This sudden increase is mainly due to cereals and animal feed in Brazil, and meat, animal feed and beverages in Argentina. The volume of fertilizer imports into the EU fell sharply (by 40%) between February and May 2020, right in the peak period of fertilizer use. It then began to increase in June 2020, until March 2021 when it declined by 40%; this decline occurred for just two months and then began to explode from May. Over the same period, fertilizer exports fell by 35% from April to May 2020, probably because domestic production was held back due to a lack of import volumes. After a smaller growth trajectory, it declined again in July but only by 17%, and then it increased until May 2021. It shows that the EU is a net importer of fertilizers, and the course of the pandemic strongly influenced the volume of imports in the first and third waves of the pandemic, with the EU trying to address the shortage of fertilizers by reducing export volumes.

The foreign trade of main foodstuffs of the European Union was examined in the first year of the pandemic (2020) and in the first half of the second year (2021) (*Figure 4*). Examining the European Union's foreign food trade by product group, it can be seen that it exports the largest quantities of cereals while also importing cereals, feed, fruits, and vegetables. Looking at the period of the pandemic, it can be seen that EU beverage exports increased in each wave, while imports decreased, probably due to the closure of the catering sector in the EU, which is the largest purchaser of beverages. Exports of fruit and vegetables have also declined, which may be due to labour shortages during pandemic waves and resulting in a decline in harvested quantities. Cereals exports have fallen dramatically since March 2020, there are not so many epidemiological effects behind this, but rather the cause is the decline in yields due to adverse weather.

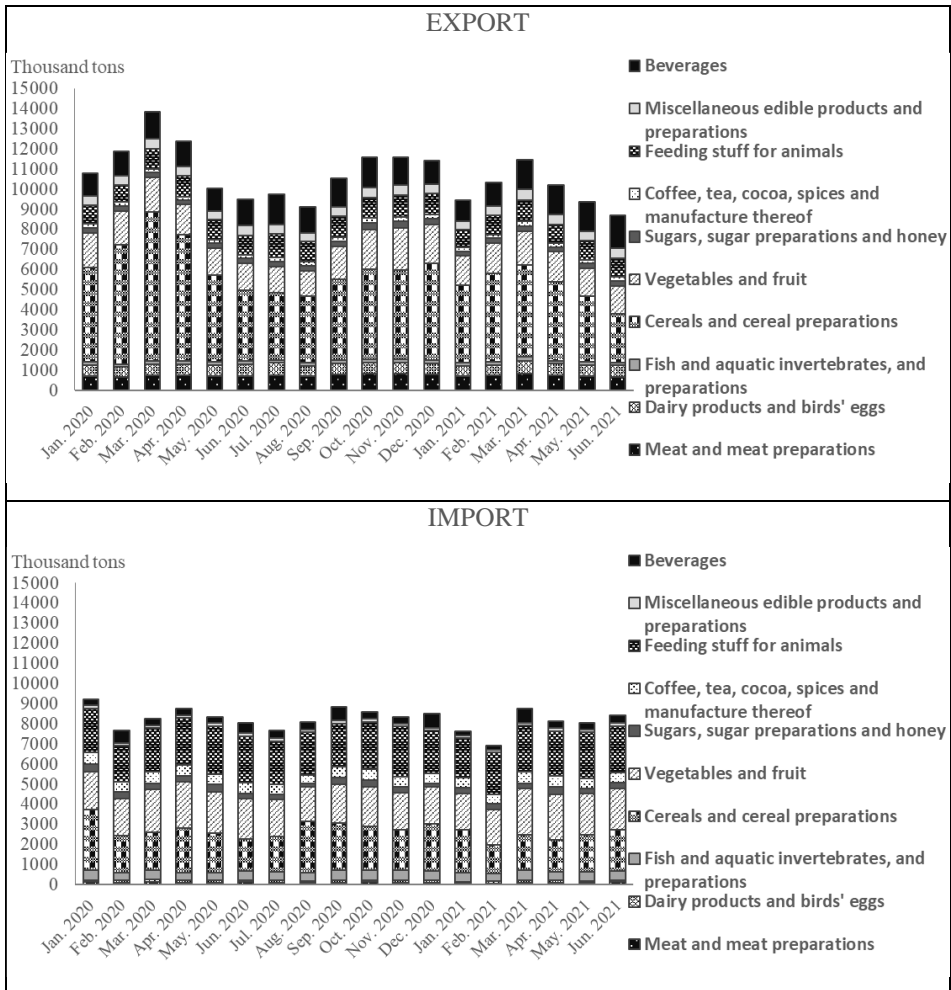


Figure 4: Main foreign trade in food of the European Union by product group

Source: own, based on Eurostat

## CONCLUSION

The COVID-19 pandemic has also affected trade in agricultural and food products, mainly due to government restrictions and only to a lesser extent because of its health implications (e.g., illness and absence from work). The worst negative impact of the pandemic has been on US trade, but it has spilled over to almost every country, especially its two main trading partners, the European Union and China. Labour shortages in some agricultural sectors are not a problem caused by COVID-19. Instead, it is a long-standing problem that can be addressed by even stronger digitalisation, especially in those sectors (e.g., horticulture) that are still highly labour-intensive. In terms of agricultural yields, it was not COVID-19 that caused crop losses in crop production, but the unfavourable weather conditions of the pandemic year (spring frosts, drought). However, one of the reasons for the decline in livestock production was the closure due to the pandemic, as transport of feeding stuff was disrupted by the closure of borders. Furthermore, they also fell from losing a significant market due to the closure of catering sector, forcing them to reduce production. Food trade stagnated in the initial period of the pandemic (even then only due to temporary border closures) and later recovered relatively but fluctuated slightly in subsequent waves (but not to the same extent as in the first period). The most affected products are meat and meat products, fish and other aquatic invertebrates, and tobacco. (Meat supply problems were also exacerbated by the swine fever in China and the concomitant increase in demand.) It can therefore be seen that the pandemic has also had a significant impact on meat production and trade. In the future, it would be useful for the sector to prepare for similar unforeseen events, with capacity expansion (production facilities, cold stores), more flexible scheduling of workers and, in extreme cases, the production of meat substitutes. Also in the initial period, there were more serious disruptions with fertilizer imports. In the future, countries importing fertilizers will have to partially increase the use of manure as a supplement to fertilizers. Finally, there have been significant changes not only in the supply system but also on the consumer side, both in terms of products purchased (e.g., demand for healthier food has increased) and shopping habits (e.g., increased demand for online shopping, reduced time spent in stores), some of which appear to remain, to which both producers and distributors must adapt. In terms of world trade, it can be seen that border closures and import restrictions in the initial period of the pandemic caused shortages of goods in some

countries for a short temporary period, but this period was extremely short (2-3 weeks) as world trade reacted quickly and the products were provided by other partners (e.g., Russia). Therefore, global supply was satisfactory, as it was distributed among the countries. Consequently, despite localization efforts, the institution of international trade cannot be completely demolished, as many countries are vulnerable; however, in the future, countries must also prepare locally for similar unexpected events.

## **A COVID-19 HATÁSA AZ ÉLELMISZER- ÉS AGRÁRTERMÉKEK NEMZETKÖZI KERESKEDELMÉRE**

GOMBKÖTŐ NÓRA

Széchenyi István Egyetem, Mezőgazdaság- és Élelmiszertudományi Kar

### **ÖSSZEFOGLALÁS**

A COVID-19 járvány a gazdaság szinte minden területére hatással volt, így az agrár- és élelmiszer-termékek nemzetközi kereskedelmére is. A tanulmány célja, hogy megvizsgálja az agrár- és élelmiszer-termékek nemzetközi kereskedelmét több országon átívelően, a járvány előtti és alatti időszakban, külön figyelmet szentelve az egyes járványhullámoknak. A tanulmány megállapítja, hogy a COVID-19 járvány az agrár- és élelmiszer-termékek nemzetközi kereskedelmére elsősorban a kormányzati korlátozások (határlezárások, export-import korlátozások) hatottak. Az egyes országokban áruhiány csak kezdetben, egy átmeneti időre volt megfigyelhető, mivel a kínálat globálisan kielégítő volt, csak optimálisan kellett elosztani a termékeket az országok között. A járvány legsúlyosabb negatív hatása az Egyesült Államok kereskedelmében jelent meg, de ez tovagyűrűzött szinte minden országra, különösen a két fő kereskedelmi partnerre, az Európai Unióra és Kínára egyaránt. Termékek tekintetében a legnagyobb fennakadások a hús- és húsféleségek, a hal és egyéb halászati termékek, valamint a dohány termékek nemzetközi kereskedelmében jelentkeztek. A kormányzati korlátozások mellett a fogyasztói szokások is megváltoztak, amelyekhez a gazdasági szereplőknek alkalmazkodni kellett. Ráadásul a szokások egy része velünk maradt, amely a jövőbeli kereskedelemre is hatást gyakorol. A nemzetközi kereskedelem intézménye nem bontható

fel teljes egészében, de a jövőben a hasonló nem várt eseményekre az országoknak helyi szinten is fel kell készülniük.

**Kulcsszavak:** COVID-19 járvány, nemzetközi kereskedelem, élelmiszer, mezőgazdasági eredetű termék

## REFERENCES

*Aday, S. – Aday, M.S. (2020): Impact of COVID-19 on the food supply chain. Food Quality and Safety, 4 (2020): 167–180. doi:10.1093/fqsafe/fyaa024*

*Agricultural Trade Promotion Center, Ministry of Agriculture and Rural Affairs of the People's Republic of China (ATPC) (2020): Analysis of technical trade measures in COVID-19 adopted by exporting markets on China's agricultural products. Retrieved from: <https://mp.weixin.qq.com/s/rPZt-4m8gpgKzu3ShG0phA> [Accessed on 2 September 2021]*

*Amare, M. – Abay, K. A. - Tiberti, L. – Chamberlin, J. (2020): Impacts of COVID-19 on food security: Panel data evidence from Nigeria. IFPRI Discussion Paper, Washington DC, International Food Policy Research Institute (IFPRI). <https://doi.org/10.2499/p15738coll2.133866>*

*Arianina, K. – Morris, P. (2020): COVID-19 Export Restrictions Threaten Global Food Supply. Retrieved from: <https://www.squirepattonboggs.com/-/media/files/insights/publications/2020/05/covid-19-export-restrictionsthreaten-global-food-supply/law360covid19exportrestrictionsthreatenglobalfoodsupply.pdf> [Accessed on 4 August 2021]*

*Bakalis, S. – Valdramidis, V. P. – Argyropoulos, D. et al. (2020): Perspectives from CO+RE: How COVID-19 changed our food systems and food security paradigms. Current Research in Food Science, 3: 166–172. doi: 10.1016/j.crfs.2020.05.003*

*Bauer, L. (2020): Hungry at Thanksgiving: A Fall 2020 update on food insecurity in the U.S. Retrieved from: <https://www.brookings.edu/blog/up-front/2020/11/23/hungry-at-thanksgiving-a-fall-2020-update-on-food-insecurity-in-the-u-s/> [Accessed on 9 October 2021]*

*Beckman, J. – Countryman, A.M. (2021): The importance of agriculture in the economy: impacts from covid-19. American Journal of Agricultural Economics, 103(5): 1595–1611. doi:10.1111/ajae.12212*



- Cao, L. – Li, T. – Wang, R. – Zhu, J.* (2020): Impact of COVID-19 on China's agricultural trade. *China Agricultural Economic Review*, 13(1): 1-21. DOI 10.1108/CAER-05-2020-0079
- Casey, C. – Cimino-Isaacs, C.* (2020): Export Restrictions in Response to the COVID-19 Pandemic. In Congressional Research Service (CRS): In Focus. Washington DC: Congressional Research Service.
- Chenarides, L. – Manfredi, M. – Richards, T. J.* (2021): COVID-19 and Food Supply Chains. *Applied Economic Perspectives and Policy*, 43(1): 270-279. <https://doi.org/10.1002/aepp.13085>
- Chen, K.Z. – Mao, R.* (2020): Fire lines as fault lines: Increased trade barriers during the COVID-19 pandemic further shatter the global food system. *Food Security* 12: 735–738. <https://doi.org/10.1007/s12571-020-01075-2>
- Crisp* (2020): Get a LIVE view into COVID-19 effects on in-store purchases. Retrieved from: <https://www.gocrisp.com/demandwatch> [Accessed on 29 September 2021]
- DeBroff, S.* (2020): How COVID-19 Has Impacted Consumer Food Habits. Retrieved from: <https://www.foodmanufacturing.com/consumer-trends/blog/21133823/how-covid19-hasimpacted-consumer-food-habits> [Accessed on 14 June 2021]
- Erokhin, V. – Gao, T.* (2020): Impacts of COVID-19 on Trade and Economic Aspects of Food Security: Evidence from 45 Developing Countries. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 17(16): 5775. <https://doi.org/10.3390/ijerph17165775>
- Espitia, A. – Rocha, N. – Ruta, M.* (2020): Covid-19 and food protectionism: the impact of the pandemic and export restrictions on world food markets. Policy Research Working Paper, No.9253, World Bank. 1–30.
- Fyles, H. – Madramootoo, C.* (2016): Key drivers of food insecurity. *Emerging Technologies for Promoting Food Security*. Woodhead Publishing, 1–19. <https://doi.org/10.1016/B978-1-78242-335-5.00001-9>
- Gale, F. – Valdes, C. – Ash, M.* (2019): Interdependence of China, United States, and Brazil in soybean trade. A Report from the economic research service. Retrieved from: <https://www.ers.usda.gov/webdocs/publications/93390/ocs-19f-01.pdf?v=4048.3> [Accessed on 18. September 2021].
- Glauber, J. – Laborde Debucquet, D. – Martin, W. – Vos, R.* (2020): COVID-19: Trade restrictions are worst possible response to safeguard food security. In COVID-19 and

global food security, eds. Johan Swinnen and John McDermott. Part Four: Food trade, Chapter 14, 66-68. Washington, DC: International Food Policy Research Institute (IFPRI). [https://doi.org/10.2499/p15738coll2.133762\\_14](https://doi.org/10.2499/p15738coll2.133762_14)

*Gombkötő N.* (2017): International Trade in Agricultural and Food Products. *International Journal of Commerce, Business and Management*, 6(3): 2319–2828.

*Grant, J. – Orden, D. – Marchant, M.* (2020): COVID-19 & Agricultural Exports under the U.S.-China Trade Deal, CAT Policy Update No. 2020-05, Center for Agricultural Trade, Virginia Tech

*Gruère, G. – Brooks, J.* (2021): Viewpoint: Characterising early agricultural and food policy responses to the outbreak of COVID-19. *Food Policy*, 100 (2021) 102017 <https://doi.org/10.1016/j.foodpol.2020.102017>

*Hughes, M.* (2020): Evolving eating habits as a result of COVID-19. Retrieved from: <https://www.newfoodmagazine.com/article/109890/evolving-eatinghabits-as-a-result-ofcovid-19/> [Accessed on 11 July 2021]

*International Trade Centre (ITC)* (2020): COVID-19 temporary trade measures. Retrieved from: <https://www.macmap.org/covid19> [Accessed on 24 August 2021]

*Kerr, W.A.* (2020): The COVID-19 pandemic and agriculture: Short- and long-run implications for international trade relations. *Canadian Journal of Agricultural Economics*, 68:225–229. DOI: 10.1111/cjag.12230

*Kerr, W.A.* (2021): Agriculture after a year with COVID-19: Any long-term implications for international trade policy? *Canadian Journal of Agricultural Economics*, 69:261-267. <https://doi.org/10.1111/cjag.12274>

*Li, C. – Lin, X.* (2021): COVID-19 and trade: Simulated asymmetric loss. *Journal of Asian Economics*, 75 (2021) 101327 <http://dx.doi.org/10.1016/j.asieco.2021.101327>

*Lin, B. – Zhang, Y.Y.* (2020): Impact of the COVID-19 pandemic on agricultural exports. *Journal of Integrative Agriculture*, 19(12): 2937–2945. doi: 10.1016/S2095-3119(20)63430-X

*Mahajan, K. – Tomar, S.* (2021): Covid-19 and supply chain disruption: evidence from food markets in India. *American Journal of Agricultural Economics*, 103(1):35-52 <https://doi.org/10.1111/ajae.12158>

*Marlow, S.* (2020): COVID-19: Effects on the Fertilizer Industry. HIS Markit; Agribusiness Research & Analysis. Retrieved from: <https://ihsmarkit.com/research->

analysis/report-covid19-effects-on-the-fertilizerindustry.html [Accessed on 12. October 2021].

*Morton, J.* (2020): On the susceptibility and vulnerability of agricultural value chains to COVID-19. *World Development*, 136 (2020) 105132 <https://doi.org/10.1016/j.worlddev.2020.105132>

*Muscogiuri, G. – Barrea, L. – Savastano, S. – Colao, A.* (2020): Nutritional recommendations for CoVID-19 quarantine. *European Journal of Clinical Nutrition*, 74: 850–851. <https://doi.org/10.1038/s41430-020-0635-2>

*Ndemezo, E. – Ndikubwimana, J. B. – Dukunde, A.* (2018): Determinants of Capacity Utilization of Food and Beverage Manufacturing Firms in Rwanda: Do Tax Incentives Matter? (July 22, 2018). Available at SSRN: <https://ssrn.com/abstract=3217757> or <http://dx.doi.org/10.2139/ssrn.3217757>

*Poudel, P.B. – Poudel, M.R. – Gautam, A. – Phuyal, S. – Tiwari, C.K. – Bashyal, N. – Bashyal, S.* (2020): COVID-19 and its Global Impact on Food and Agriculture. *Journal on Biology and Today's World*, 9(5): 221.

*Reddy, V. R. – Singh, S. K. – Anbumozhi, V.* (2016): Food supply chain disruption due to natural disasters: entities, risks, and strategies for resilience. *Economic Research Institute for ASEAN and East Asia*, 1–36.

*Rutten, M. – Shutes, L. – Meijerink, G.* (2013): Sit down at the ball game: How trade barriers make the world less food secure. *Food Policy*, 38: 1–10. DOI:10.1016/j.foodpol.2012.09.002

*Seleiman, M.F. – Selim, S. – Alhammad, B.A. – Alharbi, B.M. – Juliatti, F.C.* (2020): Will novel coronavirus (covid-19) pandemic impact agriculture, food security and animal sectors? *Bioscience Journal*, 36(4): 1315-1326. <http://dx.doi.org/10.14393/BJ-v36n4a2020-54560>

*Stephens, E. C. – Martin, G. – van Wijk, M. – Timsina, J. – Snow, V.* (2020): Editorial: impacts of COVID-19 on agricultural and food systems worldwide and on progress to the sustainable development goals. *Agricultural Systems*, 183: 102873. doi: 10.1016/j.agsy.2020.102873

*World Health Organization (WHO)* (2020): Updated WHO recommendations for international traffic in relation to COVID-19 outbreak. Retrieved from: <https://www.who.int/news-room/articles-detail/updated-who-recommendations-for-international-traffic-in-relation-to-covid-19-outbreak> [Accessed on 22 September 2021]

*A szerző levélcíme – Address of the author:*

GOMBKÖTŐ NÓRA

Széchenyi István Egyetem,

Mezőgazdaság- és Élelmiszertudományi Kar

9200 Mosonmagyaróvár Vár tér 2.

[gombkoto.nora@sze.hu](mailto:gombkoto.nora@sze.hu)



## GYMS MEGYEI FIATAL GAZDÁK GENERÁCIÓVÁLTÁSI TAPASZTALATAI

KALMÁR SÁNDOR – MIKLÓSNÉ VARGA ANITA  
Széchenyi István Egyetem, Mezőgazdaság- és Élelmiszertudományi Kar

### ÖSSZEFOGLALÓ

Jelen dolgozat alapját egy 2020-ban elvégzett kérdőíves felmérés adja, melyben a MAGOSZ Győr-Moson-Sopron fiatal gazda tagozatát kérdeztük a generációváltás aktuális kérdéseiről. A vizsgálatba vont válaszadók jelentős %-a 22–39 év közötti kategóriába tartozott és közel 40%-uk főiskolai, illetve egyetemi diplomával rendelkezett. A vizsgálatunk fő gerincét az utódlás folyamatának vizsgálata adta, melyben a generációk közötti együttműködés szerepét és módját, valamint az utódlási folyamatban az átvevő fiatal gazdálkodó személyi kvalitásaira kérdeztünk rá.

Eredményként megállapíthatjuk, hogy a vizsgált gazdaságok legnagyobb kihívásnak a jövőbeni növekedéshez szükséges földterület biztosítását és a szakmailag is megfelelő utód megtalálását tekintik. Az utódlási folyamat tervezésekor a válaszadók csak kis mértékben fordultak/terveznek fordulni szakmai szervezetekhez, inkább saját útjukat járják (51,6%), illetve hasonló, generációváltáson átment gazdálkodótárstól kérnek tanácsot (32,3%).

**Kulcsszavak:** fiatal gazdálkodó, generációk, generációváltás, mezőgazdaság

### BEVEZETÉS

A mezőgazdaságban lezajló nemzedékváltás témakörének vizsgálatakor nem hagyhatjuk figyelmen kívül az elmúlt évtizedekben lezajlott gazdasági és társadalmi folyamatokat sem.

Amíg az 1950-es évekig a vidéken élő fiatalok pályaválasztásában a föld még jelentős szerepet játszott, addig az azt követő évtizedekben a mezőgazdaság kollektivizálásának

nehézségei miatt is az ipari segéd és szakmunkás munkahelyek vonzóbb perspektívát kínáltak. A vidéki élményvilága nélkül felnőtt fiatalok számára a városi lét meghatározóvá válása a mezőgazdasági szakma presztízsére nézve negatívan hatott.

Az élőmunka-felhasználás csökkenését eredményező rendszerváltás utáni gazdasági és társadalmi változások, az új technológiák alkalmazása, a termelési szerkezet leegyszerűsödése, a specializáció és a koncentráció mellett elsősorban a nemzetgazdaság más ágazataiban elérhető magasabb jövedelmek és a kedvezőbb munkakörülmények gyorsították fel a mezőgazdaságból történő munkaerő-kiáramlást (*Bíró és Rácz, 2014*).

## IRODALMI ÁTTEKINTÉS

„Minden generáció  
intelligensebbnek képzei magát az  
elődnél, és bölcsesebbnek az utódnál”  
(*Georg Orwell, író 1903 – 1950*)

### **Generáció fogalmi meghatározása**

Az elmúlt közel 50 év számos változást hozott, nincs még egy olyan generáció, akik az 1980-as évek előtt születtek és ennyi technikai újdonságot kellett megismerniük és használniuk. A generáció fogalmának meghatározásával több tudományterület kutatója is foglalkozott más-más megközelítésből kiindulva.

A magyar nyelv értelmező szótára szerint (Url<sup>1</sup>): „Egy-egy nemzedék felnövekedésére számított idő (25–30 év); emberöltő.”

*Joó* (1935) a fejlődés lényegét és a történeti lét végső formáját látta a nemzedékek hullámzásában és kb. 33–35 évben határozta meg az időtartamát.

*Veress* (1998) dolgozatában számos filozófiai megközelítést vizsgálva Henri Bergson (1859 – 1941) francia filozófust idézve megállapítja, hogy a nemzedék egy „élményfolyam”, az idő egyidejű átélésének élményformája, melyből egy azonos korosztályhoz tartozó embercsoport részesül.

*Mannheim* (2000) szerint „A generációt maga a mélyreható változás, vagyis az egész társadalmat érintő, alapvető – legyen az akár gazdasági, akár politikai, akár társadalmi, esetleg kulturális jellegű – átalakulás hozza létre, mégpedig azokból az emberekből, akik a változást hasonlóképpen élték meg, s magukat vagy mások őket az adott változás generációjaként azonosítják.”

*Strauss és Howe* (1991) „Generációselméletek” című munkájukban, a következőképpen definiálják a nemzedék fogalmát: „A generáció olyan emberek csoportja, akik történelmi időn és helyen osztoznak, mely kollektív személyiséget biztosít számukra.” A generációhoz tartozás ennek megfelelően tehát azt jelenti, hogy az egy nemzedékbe tartozó kortársak történelmileg azonos korszakban és földrajzilag azonos helyen élnek, valamint hasonló értékrendet, hitet képviselnek, ill. érznek magukénak.

*McCrinkle és Wolfinger* (2014) könyvükben a ma élő generációk közül hetet azonosítanak, mely kategóriák globálisan érvényesek. Ugyanakkor az egyes országokban és régiókban jelentős kulturális, politika és társadalmi események egyedi egyedivé is teszik e kategóriákat. A könyvben a következő generációkat nevesítik *1. táblázat*.

1. táblázat: Generáció kategóriák

Table 1: Generation categories

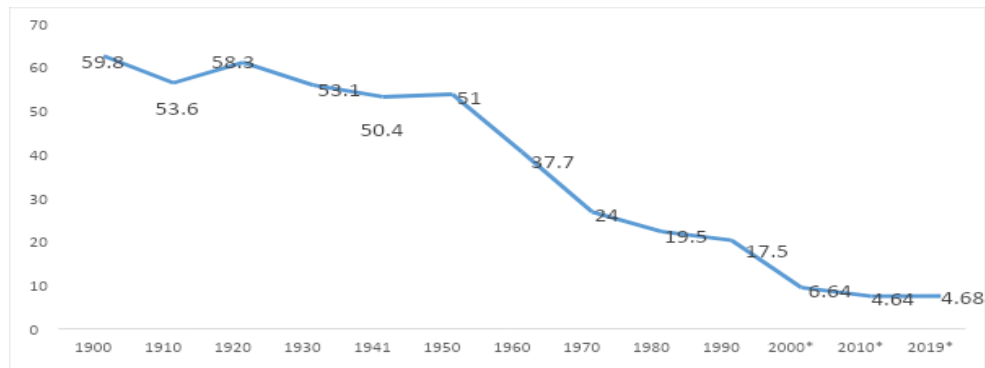
Generáció elnevezése (1)	Születési idő (2)
Névtelen	1925 előtt
Építők (veterán)	1925 – 1945 között
Baby-boomer	1946 – 1964 között
X	1965 -1979 között
Y	1980 – 1994 között
Z	1995 – 2009 között
Alfa	2010 -

Forrás: McCrinkle, 2014 in Komár Z., 2018 nyomán saját szerkesztés, 2021

Azt is látnunk kell, hogy a szülők és utódaik közötti generációváltó időintervallum egyrészt csökkent a technológia, kommunikáció, de akár említhetnénk a globalizált világban bekövetkező válságok és az azokra adott válaszok kapcsán is (lásd. a jelenleg is zajló pandémiás folyamatok). Ugyanakkor egy ezzel ellentétes folyamat is megfigyelhető az átlagos élettartam (jobb egészségügyi szolgáltatások, életszínvonal) növekedése révén, a mai generáció jóval később vállal gyereket, mint szüleik. *McCrinkle és Wolfinger* (2009) szerint így a szülők és gyermekeik közötti generációváltó intervalluma három évtizednél is többre emelkedett.

Az elmúlt 120 év során a mezőgazdasági munkaerő a mezőgazdaságból élő aktív keresők %-os aránya (*1. ábra*) elsősorban a mezőgazdasági munkák gépesítése és a

mezőgazdasági munka presztizsének csökkenése és a fiatal vidéki generáció városiasodása miatt jelentős mértékben visszaesett.



1. ábra: A mezőgazdaságban, az aktív keresők %-os aránya (1900 – 2019)

Figure 1: Percentage of active earners in agriculture (1900 - 2019)

Forrás: Url<sup>3</sup> és Url<sup>4\*</sup>2000. évtől becslés, saját szerkesztés, 2021

B. Erdős (2012) szociológiai oldalról vizsgálta a kérdést és megállapította, hogy Magyarországon a generációváltás kérdésnek különleges jelentősége van, mert az egymást követő ideológiai váltások megnehezítették, hogy az egyik generáció a másik számára érvényes tanításokkal szolgálhasson. A történelmi traumákat átélt csoportok hosszú ideig nem osztották, vagy nem is oszthatták meg személyes történeteiket utódaikkal.

A gazdaságszerkezeti összeírás (GSZÖ) alapján készült 2. táblázatban látható, hogy az elmúlt 10 évben összlétszámát tekintve jelentősen – több mint 50 %-kal - csökkent az egyéni gazdálkodók létszáma Magyarországon. A korösszetétel nem változott jelentősen, a 45 év alatti gazdálkodók kb. 20 %-ot, a 45 – 64 év közötti gazdálkodók 50 %-ot és a 65 év fölötti gazdálkodók 30 %-os aránnyal képviseltették magukat. Ezek az arányok is a mezőgazdasági vállalkozók elöregedését mutatják, a generációt váltó fiatal vállalkozók arányának legalább el kellene érnie a 65 év feletti, a gazdálkodást lassan felhagyók arányát. A fiatalítás érdekében talán még is kellene haladnia azt.



2. táblázat: Egyéni gazdálkodók kora és száma GYMS megyében (GSZŐ 2010; 2020)

Table 2: Age and number of individual farmers in GYMS county (GSZŐ 2010; 2020)

GYMS megye (1)	Egyéni gazdálkodók kora és száma GSZŐ szerint (fő) (2)						
	Életkor, korcsoport (3)						
Év (4)	14-24	25-34	35-44	45-54	55-64	65-	összesen (5)
2010*	103	962	2 255	3 609	5 133	5 322	<b>17 384</b>
2020**	45	402	1 224	1 617	2 551	2 387	<b>8 227</b>

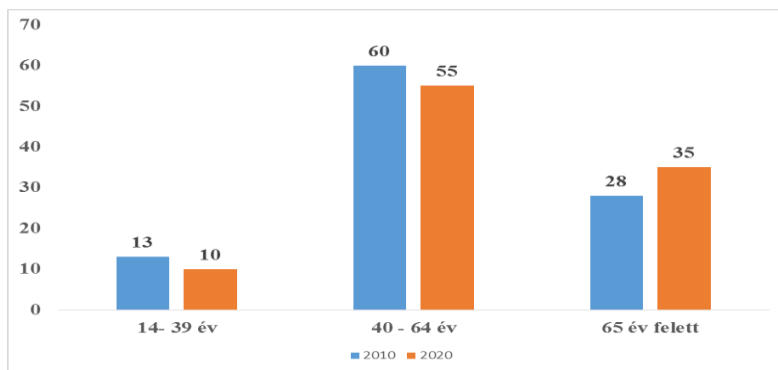
Forrás: Url5\* és Url6\*\* alapján saját szerkesztés, 2021

(1) GYMS county; (2) Age and number of individual farmers by Farm Structure Survey (persons); (3) Age, age group; (4) year; (5) Summa (person)

Source: \*Edited by authors from Table 2.7.; \*\*Edited by authors from Table 9.7.

*Herman et al.* (2018) szerint Magyarországon az egyéni gazdálkodók és a családi gazdaságok esetében is kiemelten jellemzők az elöregedés káros hatásai, melyek már néhány éven belül érezhetővé válhatnak.

Magyarországon az OECD átlagához képest arányaiban többen szereznek ugyan a mezőgazdaság területén diplomát, azonban a viszonylag alacsony továbbtanulási ráta és az elöregedő mezőgazdasági munkavállalói miatt így sincs elegendő számú magasan képzett agrárszakember (2. ábra).



2. ábra: Gazdaságirányító életkorának változása az egyes életkori kategóriákban

Figure 2: Changes in the age of the economic operator in each age category

Forrás: Url<sup>7</sup>

### ***A jövő mezőgazdasági nemzedék váltásának specifikumai***

A szakirodalmi források alapján leegyszerűsítve a nemzedék váltása kapcsán a generációk között történő eszközök és felhalmozott szaktudás, tapasztalat átadásáról beszélhetünk. A XXI. század első évtizedeiben felgyorsult tudományos és technológiai változások révén a mezőgazdaságban az az érdekes helyzet állt elő, hogy a jelen fiatal mezőgazdasági vállalkozója jobban kiigazodik és könnyedebben veszi, sajátítja el a technológia/technika adta lehetőségeket, mint a gazdaságot átadó elődje. Ez a megfordított tudástranszfer valószínűleg az elkövetkezendő évtizedekben is fenn fog állni, annak ellenére, hogy újdonságra való nyitottság nem elsősorban életkor függvénye.

*Holka* (1998) szerint napjainkra felértékelődtek a szellemi tevékenységek, nőtt a szakképzettség iránti igény és a tudásintenzív munkavégzés súlya. A mindennapi életben, az infokommunikációs technológiák ágazati hovatartozástól függetlenül a szakmai tevékenységekben is jelen vannak, módosítva minden korábban alkalmazott foglalkoztatási kategória és fogalom helyi értékét.

### ***Generációváltás kérdése az EU-ban***

Az utódlás kérdésköre az Európai Unióban (EU) is jelentős. Az EU szorgalmazza, hogy a téma minden tagállamban figyelmet kapjon, főképp az érintett vállalatok foglalkoztatásban betöltött szerepe miatt. Becslések szerint az európai vállalkozások egyharmada néz szembe az utódlás kihívásával az elkövetkezendő évtizedben, ez kb. 610 000 kis- és középvállalkozás átadását jelenti, amelyek a becslések szerint 2,4 millió munkahelyet biztosítanak.

A folyamat elősegítésére az EU-ban szorgalmazzák:

- a cégátadás, az eladás könnyítését külső feleknek, alkalmazottaknak,
- a cég tulajdonjogának örökléséhez kapcsolódó adók és illetékek mértékének csökkentését,
- a cégátadás finanszírozására vonatkozó megoldási módok kidolgozását,
- a visszavonuló vállalkozók időben történő felkészülését (European Commission, 2003a).

A tapasztalatok alapján egyre több átadás történik családon kívül, sok vállalkozó az általa elindított céget csak rövidebb ideig kívánja működtetni. Bizonyos esetekben nemcsak a vállalkozó életkora jelenik meg, mint a cégátadás, eladás motivátora, hanem

egyéb személyes és családi indokok, illetve, a piaci környezet változása is hatással van az átadásról való döntésre (European Commission, 2002).

*Gersik et al* (1997) szerint az utódlás a családi vállalkozás végső tesztje. Ha az egyéni vállalkozás családi vállalkozássá alakul, a folytonosság egyesítő érdekévé válik. A vállalkozás nyereségesen, jó állapotban történő átadása lesz a fő mozgatóerő.

*Miller és Le Breton-Miller* (2006) vizsgálatukban megállapítják, hogy az elődök (alapítók) az utódlási folyamatban kulcsszerepet játszanak, hiszen ők azok, akiktől függ, hogy elindul-e az átadási folyamat, illetve mikor indul el. Annak ellenére, hogy az érintett vállalkozók széleskörű tapasztalattal rendelkeznek, az utódlás területén járatlanok, hiszen nem voltak hasonló helyzetben korábban. Azok a vállalkozók (átvevők) szerencsésebb helyzetben vannak, akik utódként, de már végig éltek egy átadási folyamatot. Ezzel szemben azoknak - és a magyar vállalkozók többsége ebbe a kategóriába tartozik - akiknek nincsen tapasztalata az utódlásban, a saját bőrükön kell megtapasztalniuk a folyamat buktatóit.

A második és harmadik generáció közötti átadás gyakran könnyebben megvalósítható a család számára. Már sikeresen, tapasztalatokkal felvértezve túl vannak az első és második generáció közötti átadáson. A második generációt egyéb tényezők is segítik: a vállalkozás működése stabil, a második generáció tagjai jellemzően jobb oktatásban részesültek, mint az első generáció, szélesebb körű menedzsment ismeretekkel rendelkeznek.

Azoknak a családi vállalkozásoknak, amelyek sikeresen adják át a vállalkozást nemzedékről nemzedékre nincs könnyű dolguk, mert a több generáció jelenlétének hatása a családi vállalkozás teljesítményére nem egyértelmű. Egyrészt a generációkon keresztül átívelő működés előnyei megjelennek a hosszú távú gondolkodásban, a jobb túlélési esélyekben, másrészt az utódlás kapcsán felmerülő viták, nehézségek a növekedés gátjává is válhatnak.

## **ANYAG ÉS MÓDSZER**

Dolgozatunk elkészítése során szekunder és primer adatgyűjtésre támaszkodtunk. A szekunder vizsgálatot a témában fellelhető szakirodalmak áttekintésével végeztük el. A primer vizsgálat során a kérdőív szerkesztésekor zárt kérdéseket és osztályozó likert skálát használtunk. A 40 kérdést az alábbi főbb csoportosításban tettük fel:

- szociológiai jellegű kérdések (1 - 7.) kor, nem, iskolai végzettséggel kapcsolatosak stb.
- a vállalkozás formája, típusa, tevékenységi köre kérdések (8 – 27.)
- utódlással kapcsolatos kérdések (28 – 40.).

Vizsgálatainkat egy a Magyar Gazdakörök és Gazdaszövetkezetek Szövetsége (továbbiakban: MAGOSZ) Győr-Moson-Sopron megyei fiatal tagozatával kötött megállapodás alapján végeztük el 2020 év elején. A pandémiás helyzetre tekintettel a kérdőívünket online formában készítettük el, szorosan együttműködve a tagozat elnökével Derdák Gáborral. A kérdőív 40 kérdést tartalmazott és a tagozat 30 tagja töltötte ki (n=30). A kérdőívezés során az aktuális taglétszám közel 80 %-a válaszolt a feltett kérdésekre, mely az adott populáció tekintetében reprezentatívnak mondható.

## EREDMÉNYEK

Amint azt a bevezetőnkben leírtuk a kérdőív 40 kérdést tartalmazott, amelyeket - témák szerint - három kérdéskörre osztottunk. Szociológiai jellegű, a vállalkozás formájára, tevékenységi körére vonatkozó kérdések, illetve az utódlással kapcsolatos kérdéskör. Az eredmények a kérdések sorrendjében kerülnek bemutatásra.

### *Szociológiai jellegű kérdésekre adott válaszok (1-7. kérdés)*

A 2. kérdésre adott válasz - a kitöltők kora - illetve későbbi válaszok alapján jól látható, hogy a megkérdezettek 87,1%-a 22-39 év közötti. Az iskolai végzettségre adott válaszokból jól látható, hogy a szakirányú képzést fontosnak és sok esetben kötelezőnek is tartják a szakmai szereplői. Ez fontos tényező a terület presztízsének javítása terén. A válaszadók 38,7%-a egyetemi szintű képesítést szerzett.

Pozitív eredményként értékelhetjük, hogy a régióban jelentős szerepet kapnak a helyi közép- és felsőoktatási intézmények, így a Széchenyi István Egyetem Mezőgazdaság- és Élelmiszertudományi Kar (korábban a Nyugat-Magyarországi Egyetem Mezőgazdaság- és Élelmiszertudományi Kar), a Csupák Zoltán Mezőgazdasági Technikum és Szakképző Iskola. Ezt a helyzetet érdemes az oktatás struktúrájának folyamatos megújulásával megtartani.

Szintén pozitívumként értékelhető, hogy a válaszadók közül mindössze 6 fő az, aki – fiatal kora ellenére – semmilyen képzésben nem tervez részt venni, ezzel szemben a többiek számos szakirányú képzés elvégzését is tervezik.

Összefoglalóan elmondható, hogy a megkérdezettek tudatosan képzik magukat, előnyben részesítik a regionális képző helyeket, minél magasabb szintű végzettség elérésére törekednek.

#### ***A vállalkozás formájára, típusára, tevékenységi körére adott válaszok (8 – 27. kérdés)***

A megkérdezettek nagy része (58,1%) főállásban végzi a mezőgazdasági tevékenységet, de a másodállásban mezőgazdasági tevékenységet végzők nagy részének (82,4%) főállása is kapcsolódik a mezőgazdasághoz. Tehát szinte jelentéktelen azon válaszadók száma, akik teljesen más szektor szereplőiként végeznek mezőgazdasági tevékenységet. Ez további kutatást indukálhat azzal a hipotézissel, hogy más szektorok szereplői, ha pl. öröklés útján földhöz jutnak nagyon kis eséllyel fognak tovább foglalkozni ezzel a területtel.

A kérdőív kitöltők 61,3%-a (n=19) 1989 és 1995 között alapított mezőgazdasági vállalkozást visz, és több mint 80 %-ban (n=26) 5000 fő alatti település típuson él. A vállalkozások társasági formája őstermelő 41,9 % (n=13) és egyéni vállalkozó 45,2% (n=14). A fő tevékenységi kör a növénytermesztés 74,2 % (n=23) és állattenyésztés 16,1% (n=5) volt. Tevékenységi körökben 87,1%-uknál (n=27) nem történt változás az elmúlt 5 évben.

A válaszadók majdnem 80%-a családi vállalkozóként tekint magára. Ezen családi vállalkozásokban a megkérdezettek szülei és testvérei rendelkeznek tulajdonrészsel a vállalkozásban, a további családtagok – házastárs, egyéb rokon, gyermekek és házastársaik – minimális részesedéssel tudhatnak magukénak. Szinte minden vállalkozásnál (92%) legalább 2 családtag/generáció dolgozik a vállalkozásnál.

Ezen családi vállalkozások 33%-a több generáción átívelő, hiszen elődeik már 1947 előtt foglalkoztak ilyen tevékenységgel, 50%-uk esetében pedig az 1947-90 közötti időszakra tehető mindez.

#### ***Az utódlásra adott válaszok (28 – 40. kérdés)***

A megkérdezett vállalkozások közül egy sem rendelkezik írásos utódlási tervvel. A vállalkozások felénél egyáltalán nincs az utódlásra vonatkozóan elképzelés, a másik felénél van ugyan, de nincs írásban rögzítve. A vállalkozások majdnem 60%-ánál van folyamatban az átadás, illetve 16%-a 10 éven belül tervezi. Kisebb részük (10%), akinél

az elmúlt 5 évben zajlott le. A 23. kérdésre adott válasz is megerősíti azt a korábbi tényt, hogy 10 éven belül meg fog történni / meg kell történnie a generációváltásnak (83,4%).

Általánosságban elmondható, hogy a családi vállalkozásokban 2 generáció dolgozik együtt (75%), a családtagok nagy részben (85,7%) besegítenek.

Azon vállalkozások, ahol gondolkodnak az átadás/átvétel formájáról, ott egyértelmű (81,8%), hogy a családon belül marad a vállalkozás. Kevesen vannak azok (18,2%), akik nem gondolkodnak erről. Az átadást/átvételt követően az átadók közel fele (48,4%) csak tanácsadóként vesz részt a döntések meghozatalában, és azt is csak kérésre. A válaszadók másik fele (48,4%) továbbra is részt kíván venni a döntéshozatalban, 13%-uk minden döntést maga kíván meghozni. Ezt támasztja alá a 35. kérdésre adott válasz is mely szerint az utódlási folyamatban kihívást jelent a vállalkozó döntése a visszavonulásról (45,2%). Ebben a kérdésben a legnagyobb problémát az előd/utód természetéből adódó különbségek jelentik (71%).

Az utódlási folyamatot tovább vizsgálva (3. táblázat) a vizsgált gazdaságok legnagyobb kihívásnak a jövőbeni növekedéshez szükséges földterület biztosítását és a szakmailag is megfelelő utód megtalálását tekintik. Itt ismét megjelenik jelentős problémaként az átadó döntése a visszavonulásról. A válaszadók 1-től 5-ig terjedő skálán jelezheték véleményüket az állítással kapcsolatosan. A táblázat oszlopai az egyes kérdésekre adott válaszok számát jelentik.

3. táblázat: Ön szerint a következő állítások közül melyik milyen mértékben jelent kihívást az utódlási folyamatban (kérdőív 36. kérdése, n=30)

Table 3: To what extent do you think the following statements pose a challenge in the succession process (question 36, n = 30)

	1	2	3	4	5
az átadó döntése a visszavonulásról (1)	6	5	7	2	11
<b>a szakmailag is megfelelő utód megtalálása (2)</b>	7	5	4	3	<b>12</b>
a meglévő kapcsolatrendszer átadása (3)	8	4	7	8	4
<b>a jövőbeni növekedéshez szükséges földterület biztosítása (4)</b>	1	2	5	<b>10</b>	<b>13</b>

Megjegyzés: 1 egyáltalán nem jelent kihívást - 5 komoly kihívást jelent (5)

(1) the transferor's decision to withdraw/retire; (2) finding a professionally suitable successor; (3) handing over the existing professional network; (4) providing the land needed for future growth; (5) Note: 1 not a challenge at all - 5 serious challenge

Forrás: saját vizsgálat, 2020

Az utódlási folyamat tervezésekor (4. táblázat) a válaszadók csak kis mértékben fordultak/terveznek fordulni szakmai szervezetekhez – erre szakosodott vállalkozás (16%), falugazdász (13%) – inkább saját útjukat járják (51,6%), illetve hasonló, generációváltáson átment gazdálkodótársától kérnek tanácsot (32,3%). Ezen számok is azt mutatják, hogy az elején vagyunk ezen folyamatnak, nincs rá kialakult és bevált „módszer”.

4. táblázat: Az utódlási folyamat tervezése (37. kérdés, n=30)

Table 4: Planning the succession process (question 37, n = 30)

Az utódlási folyamat tervezésekor, végrehajtásakor kap-e/kapott-e valakitől tanácsot, segítséget? Több választ is megjelölhet! (1)	A válaszok (n=30)	
	száma (db)	%-a
Hasonló generációváltáson átment gazdálkodótársától (2)	10	32,3
Erre szakosodott vállalkozástól (3)	5	16,1
Interneten fent lévő tanulmányokból (4)	3	9,7
Falugazdásztól (5)	4	12,9
Nem igényeltem segítséget, a saját utamat járom (6)	16	51,6

(1) Do you get / receive advice and help from someone when planning and implementing the succession process? You can mark more than one answer! (2) He underwent a similar generational change from a co-farmer; (3) From a company specializing in this; (4) From studies above on the Internet; (5) From a village farmer; (6) I didn't ask for help, I go my own way

Forrás: Saját vizsgálat, 2020

Az utód kvalitásainál (5. táblázat) a megfelelő szintű szakmai ismeret meglétét tartják legfontosabbnak a válaszadók, ezt követően a jó szervezőkészséget, vezetői kompetenciákat, majd a vevők és beszállítók ismeretét, illetve a pénzügyi ismereteket említik meg. Az utód nemét egyáltalán nem tartják fontosnak ez további távlatokat jelent a szakmában megjelenő hölgyek számára. A táblázat oszlopai 1-5-ig jelentik a tulajdonságok fontosságát, 1-egyáltalán nem fontos, 5-nagyon fontos. A táblázatban megjelenő adatok a válaszadók számát mutatják.

5. táblázat: Ön szerint melyek azok a tulajdonságok, amelyekkel az utódnak rendelkeznie kell (38. kérdés, n=30)?

Table 5: In your opinion, what are the characteristics that the offspring should have (question 38, n = 30)?

	1	2	3	4	5
<b>Piacot bővítsen (1)</b>	1	1	10	<b>11</b>	<b>8</b>
<b>Termelést, szolgáltatást bővítsen (2)</b>	1	2	11	<b>9</b>	<b>8</b>
Termelést, szolgáltatást váltson (3)	9	12	7	1	2
<b>Modernizálja az épületeket (4)</b>	4	1	8	<b>12</b>	<b>6</b>
Fiatalítsa a személyzetet (5)	10	6	8	6	1
Személycserét hajtson végre a fontosabb pozíciókban (6)	16	11	2	2	0

Megjegyz.: 1 egyáltalán nem tartom helyesnek - 5 nagyon helyesnek tartom (7)

(1) Expand markets; (2) Widen production range and services; (3) Change production range and services; (4) Modernize buildings; (5) Rejuvenate staff; (6) Change people in key positions; (7) Note: 1 totally disagree - 5 totally agree

Forrás: saját vizsgálat, 2020

A vállalkozás átvétele után (6. táblázat) elsősorban a piacbővítést, termelés, szolgáltatás bővítését és az épületek modernizálását tartják legfontosabb teendőnek.

6. táblázat: Mit tart helyesnek a vállalkozás átvétele után mit tegyen az utód (39. kérdés, n=30)?

Table 6: What do you think the successor should do after taking over the business (question 39, n = 30)?

	1	2	3	4	5
<b>A pénzügyekben (1)</b>	2	3	9	<b>8</b>	<b>9</b>
A termelésben (2)	3	3	10	6	9
Az értékesítésben és a reklámban (3)	2	5	10	11	3
<b>A vezetői döntések elfogadásában (4)</b>	1	2	8	<b>9</b>	<b>11</b>
A teljesítmény - értékelésben (5)	3	3	<b>11</b>	11	3
A munkatársakkal való viszony kialakításában (6)	3	2	<b>13</b>	9	4
<b>A mezőgazdasági ismeretekben (versenytársak, versenytény.) (7)</b>	1	3	11	<b>9</b>	<b>7</b>
<b>Az üzleti kapcsolatok ápolásában (8)</b>	1	4	7	<b>12</b>	<b>7</b>

Megjegyz.: 1 egyáltalán nem jelent gondot - 5 komoly gondot jelent (9)

(1) In finance; (2) In production; (3) In sales and advertising; (4) In acceptance of managerial decisions; (5) In performance evaluation (6) In building relationships with co-workers; (7) In agricultural knowledge (competitors, competition factors); (8) In maintaining business relationships; (9) Note: 1 not a challenge at all - 5 serious challenge

Forrás: saját vizsgálat, 2020



Egy friss vezető járatlansága (7. táblázat) a vezetői döntések elfogadásában, a pénzügyekben, a mezőgazdasági ismeretekben és az üzleti kapcsolatok ápolásában okozhat gondokat a vállalkozás működésében. Az új vezető tapasztalatlansága a teljesítmény-értékelésben, a munkatársakkal való viszony kialakításában, az értékesítésben és reklámban kisebb, könnyebben megoldható problémát jelent a válaszadók szerint.

7. táblázat: Véleménye szerint milyen területen okozhat a vállalkozás működésében gondokat egy friss vezető járatlansága (40. kérdés, n=30)?

Table 8: In your opinion, in which area can the inexperience of a new manager cause problems in the operation of the business (question 40, n = 30)?

	1	2	3	4	5
<b>A pénzügyekben (1)</b>	2	3	9	8	9
<b>A termelésben (2)</b>	3	3	10	6	9
<b>Az értékesítésben és a reklámban (3)</b>	2	5	10	11	3
<b>A vezetői döntések elfogadásában (4)</b>	1	2	8	9	11
<b>A teljesítmény - értékelésben (5)</b>	3	3	11	11	3
<b>A munkatársakkal való viszony kialakításában (6)</b>	3	2	13	9	4
<b>A mezőgazdasági ismeretekben (versenyársak, versenytény.) (7)</b>	1	3	11	9	7
<b>Az üzleti kapcsolatok ápolásában (8)</b>	1	4	7	12	7
Megjegyz.: 1 egyáltalán nem jelent gondot - 5 komoly gondot jelent (9)					
(1) In finance; (2) In production; (3) In sales and advertising; (4) In making managerial decisions; (5) In performance appraisal; (6) In building relationships with co-workers; (7) In agricultural knowledge (competitors, competition factors); (8) In cultivating business relationships; (9) Note: 1 is not a challenge at all - 5 is a serious challenge					

Forrás: saját vizsgálat, 2020

## KÖVETKEZTETÉSEK

A generációváltás témaköre kiemelkedő jelentőségű mivel 1990-es évektől felépített gazdaságukat az akkori „új birtokosok” egyre növekvő számban fogják átadni utódaiknak az elkövetkezendő években. Ezt a folyamatot mind EU-s, mind nemzeti szinten támogatni szükséges, erősítve ezzel a mezőgazdaságot élethivatásként választó fiatal gazdákat.

A fiatal gazdák gazdaságfejlesztését (pl.: további földhöz, mint termelő eszközökhöz jutását), valamint a mezőgazdasági ismeretek (legkorszerűbb technológiák megismerését) fejlesztését támogatni szükséges.

Az utódlási folyamatot, mint az okszerű generációváltás tervszerűségének folyamatát (módszertanának kialakítását), az EU-ban és Magyarországon meglévő jó gyakorlatok

bemutatásával szükséges támogatni, mivel a felmérésünk alapján ez nem elterjedt a mezőgazdasági gazdálkodók körében.

## **GENERATIONAL CHANGE EXPERIENCES OF YOUNG FARMERS IN GYMS COUNTY**

SÁNDOR KALMÁR – ANITA VARGA MIKLÓSNÉ

Szeéchenyi Istvan University - Faculty of Agricultural and Food Sciences

### **SUMMARY**

The actual questions of generation change were surveyed in 2020 by asking young farmers belonging to MAGOSZ (Hungarian Farmers Association). A significant share of young farmers responding the questions were between 22-39 years of age and almost 40 % had a college or university degree. The succession process stood in the focus point of the research, with questions covering the role and methods of cooperation between generations and the personal qualities of the succeeding young farmer.

As a result, we can state that the biggest challenges for the examined farms are to provide, to get the land necessary for future growth and to find a professionally suitable successor. When planning the succession process, only a small share of respondents turned / planned to turn to professional organizations, instead, they preferred to follow their own way (51.6%), or asked advice from another farmer who has already undergone a generation change (32.3%).

**Keywords:** young farmer, generations, generational change, agriculture

### **IRODALOM**

*Biró Sz. – Rácz K. (2014):* Hatékonyság és foglalkoztatás a magyar mezőgazdaságban – Hozzászólás Mészáros Sándor és Szabó Gábor vitacikkéhez. *Gazdálkodás*. 58. évf. 4. sz. pp. 376-383.

*B. Erdős M. (2012):* Generativitás és fenntartható fejlődés *Acta Sociologica Pécsi Szociológiai Szemle* pp. 105 – 113

*Csákné Filep J.* (2012): Családi Vállalkozások – fókuszban az utódlás PhD dolgozat p. 247 Corvinus Egyetem Kisvállalkozás-Fejlesztési Központ Gazdálkodástani PhD program témavezető: Dr. Szirmai Péter

*European Commission* (2002): Final report of the expert group on the transfer of small and medium sized enterprises, Enterprise Directorate – Generale, Brussels in Csákné Filep Judit J. (2012): Családi Vállalkozások – fókuszban az utódlás PhD dolgozat p. 247 Corvinus Egyetem Kisvállalkozás-Fejlesztési Központ Gazdálkodástani PhD program témavezető: Dr. Szirmai Péter

*European Commission* (2003a): Helping the transfer of business, A 'good practice' guide of measures for supporting the transfer of business to new ownership, Enterprise publications, Office for Official Publications of the European Communities, Luxembourg in Csákné Filep J. (2012): Családi Vállalkozások – fókuszban az utódlás PhD dolgozat p. 247 Corvinus Egyetem Kisvállalkozás-Fejlesztési Központ Gazdálkodástani PhD program témavezető: Dr. Szirmai Péter

*Herman S. – Körösparti P. – Kőmives P. M.* (2018): A magyar agrár-felsőoktatás aktuális helyzete. *International Journal of Engineering and Management Sciences*, 3 (4) 263–281.

*Holka L.* (1998): Kenyérkereset: az agráriumtól az iparig – és tovább (A foglalkoztatottság ágazati változásai 1920 után) *Statisztikai szemle*, 98. évfolyam 6. szám 619 – 641. oldal doi: 10.20311/stat2020.6.hu0619

*Komár Z.* (2018): Re-, de- és integráció „Hallgatni arany” pályázat Kortárs – 62. évfolyam 4. szám pp. 80 – 90 A Kortárs folyóirat 2017 nyarán „Hallgatni arany” címmel esszépályázatot hirdetett, amelynek témája az infotechnikai fejlődés által kiváltott kommunikációs paradigmaváltás volt. Url: [https://epa.oszk.hu/00300/00381/00235/pdf/EPA00381\\_kortars\\_2018\\_04\\_080-090.pdf](https://epa.oszk.hu/00300/00381/00235/pdf/EPA00381_kortars_2018_04_080-090.pdf) - 2021.11.14 letöltve

*Mannheim K.* (2000): „A nemzedékek problémája” In: *Tudásszociológiai tanulmányok*. Budapest, Osiris Kiadó. p. 229

*M. McCrindle – E. Wolfinger* (2014): *The Abc Of XYZ: Understanding The Global Generations*, University Of New South Wales Press, Sydney, 2014. [https://www.academia.edu/35646276/The\\_ABC\\_of\\_XYZ\\_Mark\\_McCrandle\\_PDF\\_pdf](https://www.academia.edu/35646276/The_ABC_of_XYZ_Mark_McCrandle_PDF_pdf) (Letöltve: 2021. 11. 14.)

*Miller, D. – Le Breton-Miller, I.* (2006): Family governance and firm performance: agency, stewardship, and capabilities, *Family Business Review*, vol. 19., no. 1., 73-87.

- Joó T.* (1935): A nemzedék fogalmáról Kalangya IV. évfolyam 5. szám p. 321-400
- Veress K.* (1998): A nemzedékek fogalmáról – filozófiai megközelítésben Kellék (filozófiai folyóirat) 11-12.
- McCrinkle, M. – Wolfinger, E.* (2009): The ABC of XYZ: Understanding the Global Generations, University of New South Wales Press, Sidney
- Strauss, W. – Howe, N.* (1997): The Fourth Turning: An American Prophecy, 1997.

### **Internetes hivatkozások**

- Url<sup>1</sup>-<https://www.arcanum.com/hu/online-kiadvanyok/Lexikonok-a-magyar-nyelv-ertelmezo-szotara-1BE8B/g-2CDF3/generacio-2D1E0/> - 2021.10.20 letöltve
- Url<sup>2</sup> - [https://www.ksh.hu/docs/hun/xstadat/xstadat\\_hosszu/h\\_wdsd001b.html](https://www.ksh.hu/docs/hun/xstadat/xstadat_hosszu/h_wdsd001b.html) - 2021.10.29 letöltve
- Url<sup>3</sup> - [https://www.ksh.hu/docs/hun/agrar/html/tab11\\_1\\_1.html](https://www.ksh.hu/docs/hun/agrar/html/tab11_1_1.html) -2021.11.15 letöltve
- Url<sup>4\*</sup> - [https://www.ksh.hu/docs/hun/agrar/html/tab11\\_1\\_2.html](https://www.ksh.hu/docs/hun/agrar/html/tab11_1_2.html) -2021.11.15 letöltve
- Url<sup>5\*</sup> - [https://www.ksh.hu/agrarzensusok\\_amo\\_2010](https://www.ksh.hu/agrarzensusok_amo_2010) -2021.11.14 letöltve
- Url<sup>6\*\*</sup> - [https://www.ksh.hu/agrarzensusok\\_agrarium\\_2020](https://www.ksh.hu/agrarzensusok_agrarium_2020) - 2021.11.14 letöltve
- Url<sup>7</sup>- Forrás: [https://www.ksh.hu/docs/hun/xftp/ac2020/elozetes\\_adatok/index.html#/7/2](https://www.ksh.hu/docs/hun/xftp/ac2020/elozetes_adatok/index.html#/7/2) - letöltve 2022.01.10

*A szerzők levélcíme – Address of the authors:*

Dr. Kalmár Sándor- Miklósné Dr. Varga Anita  
Széchenyi István Egyetem,  
Mezőgazdaság- és Élelmiszertudományi Kar  
9200 Mosonmagyaróvár Vár tér 2.  
e-mail: [kalmar.sandor@sze.hu](mailto:kalmar.sandor@sze.hu)  
[miklosne.varga.anita@sze.hu](mailto:miklosne.varga.anita@sze.hu)



## TÁJÉKOZTATÓ ÉS ÚTMUTATÓ A SZERZŐK RÉSZÉRE

### Általános szempontok

1. Csak önálló kutatáson alapuló, más közleményekben meg nem jelent, a növény-tudományok (kertészet, genetika, növénykórtan, állati kártevők, agrometeorológia, növényélettan, agrobotanika, stb.), állattudományok (takarmányozás, állatgenetika, állategészségügy, stb.), élelmiszer- és az ökonómiai tudományok témakörébe tartozó szakcikket közölhetünk. Szemle rovatunkba a fenti tárgykörökhöz tartozó irodalmi összefoglalók, témadokumentációk, módszertani ismertetések, stb. kerülnek.

2. Tudományos folyóiratunkban a dolgozatokat angol vagy magyar nyelven tesszük közzé. Ez attól függ, hogy az új tudományos eredmények nemzetközi vagy inkább hazai érdeklődésre tarthatnak számot. Más nyelven a továbbiakban már nem fogadunk be cikkeket. A közlemények megjelentetésekor, az adott lapszámok összeállításakor az angol nyelvű anyagok előnyt élveznek. A megfelelő nyelvi színvonal fenntartása érdekében angolul írt cikk benyújtásakor anyanyelvi lektor által kiállított igazolást is kérünk csatolni.

3. Csak formailag kifogástalan kéziratot fogadunk el.

4. A kéziratot - annak mellékleteivel együtt - elektronikusan (e-mailben) kell megküldeni Dr. Szalka Éva címére (Acta Agronomica Óváriensis Szerkesztő Bizottsága, 9201 Mosonmagyaróvár, Vár 2.; szalka.eva@sze.hu)

### A kézirat összeállítása

#### 1. Formai követelmények

1.1. A kézirat táblázatokkal és ábrákkal együtt legfeljebb 16-20 gépelt - számozatlan - oldal legyen, Times New Roman betűtípussal 11 pt betűmérettel, körben 2 cm-es margót hagyva. A gépirás fekete betűkkel, irodai (A/4-es) papír egyik oldalára, 1,5-es sorközzel történjék. Fej- és lábléc (másként: élőfej és élőláb) használatát kérjük mellőzni.

1.2. Az alcímeket, fejezetcímeket, egyéb elkülönülő részeket 1-1 üres sorral kell elválasztani a fő szövegtől, aláhúzás és sorszám nélkül.

1.3. Az idegen szavak írását fonetikusán vagy, ha még nem honosodtak meg, eredeti helyesírással kérjük.

A magyar fajnevek mellett a tudományos nevet (esetenként a címben is) fel kell tüntetni és *dőlt* betűvel írni. A fajták nevét (magyar és külföldi) a minősítésben elfogadott név szerint kell írni szintén *dőlt* betűvel (pl.: *Sinapis alba* cv. *Budakalász sárga*).

## **2. A kézirat szerkezete**

2.1. A dolgozat címe alatt a szerző(k) neve, munkahelye(ik) és annak székhelye szerepeljen. Pontos cím megadása itt kerülendő. A tudományos fokozatot és munkahelyi beosztást nem közöljük.

2.2. A tudományos közlemények kialakult rendjének és kézirat felépítését a következő csoportosítás szerint kérjük:

-Bevezetés

-Irodalmi áttekintés

-Anyag és módszer

-Eredmények

-Következtetések

-Összefoglalás

-Irodalom

az Acta Agronomica Óváriensis hagyományainak megfelelően. Egyes fejezetek a téma jellege, terjedelme szerint összevonhatók: Bevezetés és az Irodalmi áttekintés, Eredmények és a Következtetések. Az Anyag és módszer helyett a szerző a Kísérletek leírása címet is használhatja.

2.3. Az Irodalom után kérjük feltüntetni a szerző(k) levélcímét (név, munkahely és annak székhelye a postai irányítószámmal; e-mail cím).

A fentiek szerint csoportosított kéziratot kiegészítik (külön oldalakra gépelve):

·magyar nyelvű közlemény esetén

-magyar nyelvű összefoglalás a végén kulcsszavakkal

-angol nyelvű összefoglalás a dolgozat angol nyelvű címével, a szerző(k) nevével és a munkahely(ük) feltüntetésével, a végén angol kulcsszavakkal

-táblázatok és ábrák

-angol nyelvű táblázat- és ábracímek

-az ábrák feliratait és a táblázatok fejléceit angol fordításban, számozva pl:

1. táblázat Az egynyári szélű előfordulása a Fertő-Hanság-medence  
kukoricavetéseiben

Table 1 Occurrence of *Mercurialis annua* L. in maize fields in the Fertő-Hanság-basin

Felvételezési hely (1)		Egynyári szélű száma a felvételi négyzetekben (2)				Átlag db/4m <sup>2</sup> (3)
		1.	2.	3.	4.	
1.	Hanságfalva*	46	72	54	36	52
2.	Jánossomorja	38	27	25	30	30
3.	Hanságliget	2	1	4	0	2

\* a tenyészidőszak folyamán sem mechanikai, sem pedig kémiai gyomirtásban nem részesült

(1) location of survey, (2) the number of *Mercurialis annua* L. in sample squares, (3) average pc/4m<sup>2</sup>, \*during the vegetation period neither mechanical nor chemical weed control was carried out

angol nyelvű közlemény esetén

-angol nyelvű összefoglalás a végén kulcsszavakkal

-magyar nyelvű összefoglalás a dolgozat magyar címével, a szerző(k) nevével és a munkahely(ük) feltüntetésével, a végén magyar kulcsszavakkal

-külön-külön oldalakra gépelt táblázatok és ábrák (a címek, feliratok, fejlécek magyarra fordítása nem szükséges)

### 3. Irodalmi hivatkozások

3.1. Az Irodalmi áttekintés című fejezetbe - hivatkozáskor - egy szerző esetében a szerzők családnévének *dőlt* betűvel történő leírásával és zárójelben közleményének kiadási évszámával szerepeljen, pl. *Pocsai* (1986). Szerzőpárosra történő hivatkozás esetén a két név közé "és" szót tegyen: *Pocsai és Szabó* (1983). Kettőnél több szerző esetében az elsőként feltüntetett szerző neve után *et al.* rövidítést kérjük: *Schmidt et al.* (1983). Egy mondaton vagy témakörön belül, ha több szerzőre hivatkozik, akkor a mondat vagy a témakör tárgyalása végén zárójelben kérjük a szerzők nevének és közleményei kiadási évszámának a felsorolását: (*Ivánicsics* 1971, *Gergátz és Seregi* 1985, *Szajkó* 1987). Tudományos közleményben, könyvben szereplő hivatkozásra történő utalásnál a cit. rövidítést kell használni (*Wagner* 1979 cit. *Fahn* 1982).

3.2. Az Irodalom összeállításakor a dolgozatban idézett szerzők nevét ABC- és megjelenési időrendű felsorolásban kérjük. Minden tanulmányt külön sorban kell feltüntetni.

-Folyóiratban megjelent cikkekre való hivatkozásnál a szerző családneve és keresztnévének kezdőbetűje *dőlten* szedve, a cikk megjelenésének évszáma zárójelben, a cikk címe, a folyóirat megnevezése, az évfolyam száma félkövéren, a lapszám zárójelben és a kezdő-befejező oldal száma kerül felsorolásra.

Pl: *Pocsai K.* (1986): A lóbab vetőmagzsükséglet csökkentési lehetőségeinek vizsgálata. *Növénytermelés.* 35, (1) 39-44.

-Ha az idézett hivatkozás könyvben jelent meg, akkor kérjük a szerző nevét, a könyv megjelenési évszámát zárójelben, a könyv címét, kiadóját és a kiadó székhelyét közölni.

Pl: *Schmidt J.* (1995): Gazdasági állataink takarmányozása. Mezőgazda Kiadó, Budapest.

-Ha olyan szerzőre hivatkozik, aki társszerzőként írt a könyvben, akkor a szerző nevét az általa írt (hivatkozott) fejezet címét kérjük feltüntetni és "in" megjelöléssel a könyv szerkesztőjének a nevét, a könyv címét, kiadóját és a kiadó székhelyét

Pl.: *Gimesi A.* (1979): A lucerna vegyszeres gyomirtása. In *Bócsa I. (szerk.): A lucerna termesztése.* Mezőgazdasági Kiadó, Budapest.

-Ha az Irodalmi áttekintésben több szerző által írt tanulmányra hivatkozott, az Irodalomban az összes szerző nevét ki kell írni és a nevek közé szóközzel kötőjelet keli tenni.

Pl: *Varga-Haszonits Z. – Varga Z. – Schmidt R. – Lantos Zs.* (1997): The effect of climatic conditions on the maize production. *Acta Agronomica Óváriensis.* 39, (1-2) 1-14.

-Külföldi szerző esetében család- és keresztnév közé vesszőt kell tenni. Magyar szerzőknél ez kerülendő.

#### **4. Ábrák és táblázatok**

4.1. A digitalizált képeket, ábrákat lehetőleg TIF, JPG kiterjesztésű állományként küldjük, és ne a dokumentumba ágyazva.

4.2. Táblázatok esetében kérjük, hogy szintén Times New Roman betűtípust használjanak. Lehetőleg mellőzzék a táblázatok különféle kerettel és vonalvastagságokkal történő tarkítását.

4.3. Kérjük az eredeti ábrák, táblázatok külön állományban (pl. XLS) történő mentését, ezeket se illesszék a dokumentumba.

4.4. Ugyanazon adatsorokat grafikus és táblázatos formában nem közöljük.



Kérjük, hogy a szövegben az ábrákra és táblázatokra (dőlt betűvel írva) minden esetben hivatkozzanak.

### **5. Lektorálás, korrektúra**

5.1. Az angol nyelvű cikkek lektorálása két szinten (anyanyelvi és szakmai bírálat) történik. Mint azt az *Általános szempontokban* említettük, a közlemény beérkezésekor benyújtott anyanyelvi lektori igazolás biztosítja az *előzetes nyelvi ellenőrzést*, amit *szakmai bírálat* követ.

5.2. A szerzők javaslatot tehetnek a két szakmai lektor személyére. A javasolt lektorok tudományos minősítéssel rendelkező személyek legyenek. A javasolt lektorokat a Szerkesztőbizottság hagyja jóvá, illetve jelöl ki új lektorokat. A lektorok nevét az évi utolsó lapszámban a borító belső oldalán – a bírált cikk megjelölése nélkül - feltüntetjük.

5.3. A lektori véleményeket a szerzőknek a kézirattal együtt megküldjük. Kérjük a szerzőket, hogy dolgozatukat a bírálók javaslata alapján módosítva mielőbb küldjék vissza e-mail-ben ([szalka.eva@sze.hu](mailto:szalka.eva@sze.hu)). Csak a végleges összeállítású, hibátlan dolgozatot tudjuk szerkeszteni.

A megjelent dolgozatokért a Szerkesztőbizottság tiszteletdíjat nem tud fizetni.

A kéziratokat a dolgozat megjelenéséig megőrizzük.

A Szerkesztőbizottság

**Kiadásért felelős:**  
Széchenyi István Egyetem Mezőgazdaság- és Élelmiszertudományi Kar dékánja  
**A szerkesztőség címe**  
H-9201 Mosonmagyaróvár, Vár tér 2.

## Tartalom

<b>ÉLELMISZERTUDOMÁNYI SZEKCIÓ</b> .....	4
Dobozi R. - Jákói Z. - Csanádi J. - Beszédes S.:	
Tejipari technológiai folyamatoknál alkalmazott műszeres vizsgálati módszerek és dielektromos mérések paramétereinek összefüggés vizsgálata.....	5
M. Elayan – A. Tóth – M. Enkhbold – L. Friedrich – Cs. Németh :	
The effect of ascorbic acid on liquid egg products .....	34
M. Enkhbold - A. Tóth - M. Elayan - L. Friedlich - J. Surányi - A. Lőrinc:	
Possibilities for game meat processing in Hungary.....	40
Hidas K. I. – Németh Cs. – Visy A. - Barkó A. – Horváth-Mezőfi Zs. – Tóth A. – Nguyen Le Phuong L. – Nyulasné Zeke I.:	
Krioprotektív anyagok alkalmazásának hatása fagyasztott-felengedett tojássárgájából készült majonézek technofunkciós tulajdonságaira .....	46
Horváth-Mezőfi Zs. – Szabó G. – Göb M. – Bátor E.e – Nguyen Le Phuong L. – Visy A. – Hidas K. – Nagy Zs. – Hitka G.– Zsom T.:	
1-MCP-vel történő érésigátló kezelés hatása különböző érettségi állapotú paradicsom minőségére.....	62
Szabó G.- Horváth-Mezőfi Zs. - Nguyen Le Phuong L.- Kocsis T.. - Göb M. - Zsom T. - Hitka G.:	
Meggy tárolásának fejlesztése mosás és ehető bevonat alkalmazásával.....	76
Visy A. - Hidas K. I. - Koósz Zs. - Barkó A. - Horváth-Mezőfi Zs. - Phuong Le Nguyen L. - Friedrich L. - Jónás G.:	
Az ultrahang és a nagy hidrosztatikus nyomású kezelés kombinált hatásának vizsgálata a hús pácolása során.....	88
<b>AGRÁRÖKONÓMIA, VIDÉKFEJLESZTÉS ÉS SZAKTANÁCSADÁS SZEKCIÓ</b> .....	111
Ferenc Á. - Vijnich V.:	
Egy mezőgazdasági vállalkozás növénytermesztési tevékenységének gazdasági elemzése és a precíziós gazdálkodás bevezetésének értékelése .....	112
N. Gombkötő.:	
Effects of covid-19 on international trade in food and agro-based products.....	187
Kalmár S. - Miklósné Varga A.:	

GYMS megyei fiatal gazdák generációváltási tapasztalatai .....	148
Tájékoztató és útmutató a szerzők részére.....	164