

# A tej UV-pasztörözésének paraméterei és megvalósítási lehetőségei

## Parameters and Possibilities for UV-pasteurization of Milk

## Parametrii și posibilitățile de pasteurizare UV a laptelui

Dr. ing. GOMBOS Sándor

SAPIENTIA EMTE Kolozsvár,  
Csíkszeredai Kar, Élelmiszer-tudományi Tanszék,  
RO-4100 Csíkszereda, Szabadság tér 1.,  
Tel.: 40-266-314-657, fax: 40-266-372-099; gombossandor@uni.sapientia.ro,  
www.emte.ro

### ABSTRACT

*As regards UV treatment, the specific scientific results in literature has evolved in several steps, starting with relatively simple applications, such as the treatment of various waters, and subsequently gradually extending to more and more applications, including the treatment of various liquid and plastic foodstuffs. For the pasteurization of bovine milk, in recent years several scientific studies have been carried out, with different approaches, studying the involved processes, using different irradiation procedures, irradiation times, and UV light sources. The aim of research is to define process parameters influence, to produce better product quality during pasteurization of milk, which is beneficial for manufacturers and consumers. By adjusting process parameters and using specific treatment system, we can increase the nutritive value, can preserve flavour and we can limit off-flavour.*

**Keywords:** UV-treatment, bovine milk, pasteurization, process parameters, milk composition, bioactive compounds

### ÖSZEFoglalás

*Az UV-kezeléssel kapcsolatosan a tudományos szakirodalom több lépésben fejlődött, viszonylag egyszerű alkalmazásokkal kezdve, mint a különböző vizek kezelése, később fokozatosan kiterjesztve egyre több célra, ezek között szerepelnek a folyékony és képlékeny halmazállapotú élelmiszerek kezelésével kapcsolatos alkalmazások is. A tehéntej pasztörözése céljából az utóbbi években ugyancsak több tudományos kutatás zajlott, ezek eltérő megközelítéssel vizsgálták a lejátszódó folyamatokat, különböző besugárzási eljárásokat, besugárzási időtartamokat és UV-fényforrásokat alkalmazva. A kutatás célja a folyamat paraméterek befolyásolásának megállapítása, az előállított pasztörözött tej jobb minőségének elérése, ami a feldolgozók és fogyasztók számára előnyös. A folyamat paraméterek beállításával és a speciális kezelési rendszer alkalmazásával növelhetjük a tápértéket, fenntarthatjuk a kedvező eredeti zamatot, és korlátozhatjuk az mellék-ízek képződését.*

**Kulcsszavak:** UV-kezelés, tehéntej, pasztörözés, műveleti paraméterek, tej összetétele, bioaktív összetevők

## 1. BEVEZETÉS

A nyers tej UV-kezelése alternatívát jelent a hagyományos termális pasztörözés részleges vagy teljes mértékű helyettesítésére, viszont a tej komplex összetétele és a műveleti paraméterek, leginkább a behatást gyakorló UV besugárzás sajátosságai meghatározzák a művelet hatékonyságát, elfogadhatóságát és biztonságát. A jelenlegi technológiai fejlettségi szint a tej UV-kezelésével kapcsolatosan a legfrissebb szakirodalmi adatok alapján az emberi fogyasztásra alkalmas pasztörözött tej eltarthatósági időtartamának

(ESL) növelésére (Dairy Crest), valamint az állati táplálékként alkalmazott tej csiraszámának csökkentésére (GEA Group AG) alkalmas. Még nem lelhető fel a tejipari berendezéseket gyártó cégek kínálatában emberi fogyasztásra alkalmas nyers tejből UV-pasztörözött tejet előállító hitelesített technológiai felszerelés.

Tervezett fő tevékenységünk egy projekt lebonyolítása során az emberi fogyasztásra alkalmas tej előállításának és minőségi javítása, TRL 4 technológiai érettségi szintről eljuttatni a TRL 9-es szintre, azaz hitelesített, ezáltal kereskedelmi forgalomba hozható és közvetlenül alkalmazható berendezéseket kínálva a tej begyűjtő és feldolgozó élelmiszeripari vállalatok számára.

Terveink között szerepel továbbá a létező, hitelesítés előtt álló berendezések innovatív kiegészítése és módosítása, komplex minőségellenőrző integrált rendszerek létrehozása, a tej nutriens hatású összetevőit folyamatosan monitorizáló egység beépítése, valamint az új technológiai továbbfejlesztési irányzatok meghatározása, valamint a módszer alkalmazásának kiterjesztése más típusú folyékony halmazállapotú élelmiszerekre, például a rostos gyümölcslevelek kezelésére.

## 2. IRODALMI ÁTTEKINTÉS

Az UV-kezeléssel kapcsolatosan a tudományos szakirodalom több lépésben fejlődött, viszonylag egyszerű alkalmazásokkal kezdve, mint a különböző vizek kezelése, később fokozatosan kiterjesztve egyre több más alkalmazásra, ezek között szerepelnek a folyékony és képlékeny halmazállapotú élelmiszerek kezelésével kapcsolatos alkalmazások is (Yasothai és mtsai., 2015). A tej pasztörözése céljából az utóbbi években ugyancsak több tudományos kutatás zajlott, ezek eltérő megközelítésekkel vizsgálták a lejátszódó folyamatokat, különböző besugárzási eljárásokat, besugárzási időtartamokat és UV-fényforrásokat alkalmazva (Hudaa és Haiqiang, 2014).

Jelentősebb vizsgálatot folytattak (Matak és mtsai., 2016) kecsketejjel kapcsolatosan, amely során az UV besugárzás hatékonyságát kísérték figyelemmel, leginkább a tejben található *E. coli* inaktiválása céljából, különböző hőmérsékleteken, viszont egy előzőleg más célra kifejlesztett készüléket alkalmazva (Matak, 2004).

Későbbi vizsgálatok során Matak és mtsai. megállapították, hogy milyen mértékben jön létre az inaktiválás a tej zsírtartalmának függvényében, hogy más mikroorganizmusok, mint a *Listeria monocytogenes* milyen mértékben inaktiválható, figyelemmel kísérve az alkalmazott besugárzási dózisokat és tartózkodási időtartamokat (Matak és mtsai., 2016). 2006-ban folytatott vizsgálatok során Reinemann és mtsai. jelentős mértékű inaktiválást értek el tehéntej UV kezelése során laboratóriumi körülmények között, két különböző fejlesztésű fotoreaktort alkalmazva, amelyek alacsony nyomású higanygőz-lámpákat tartalmaztak, amelyek kvarc-üvegből készült foglalatokba voltak helyezve, a rendszer többi részét pedig rozsdamentes acélból készítették (Reinemann és mtsai., 2006).

2014-ben és 2012-ben két nagyobb munkacsoport, Choudhary és mtsai., valamint Bandla és mtsai. meghatározásokat végeztek a tejjel kapcsolatos UV-kezelés során létrejövő hatékonyság megállapítása céljából, alkalmazva a Dean-féle áramlási viszonyokkal rendelkező fotoreaktorokat *E. coli* W 1485 és *Bacillus cereus* endospórák inaktiválása céljából, amelyek során kereskedelmi származású tehéntejet és szója-tejet vizsgáltak. A kísérletek során a szerzők megállapították, hogy jelentős inaktiválási együttható érhető el *E. coli* W 1485-val kapcsolatosan főlözött tej kezelése során, az előbbinél kisebb mértékű inaktiválási hányados érhető el azonos besugárzási terheléssel szója-tej kezelése során, csupán 1,6 mm fotoreaktor fal-résen átvezetett folyadékfázisba történő 0,05 J/ml besugárzás által. Nyers tehéntej esetében nagyobb besugárzási szükségletet állapítottak meg azonos mértékű inaktiválás elérése érdekében, mivel a nyers tehéntej fajlagos UV fény-elnyelő képessége jelentősebb.

Továbbá, tudományos kutatásokat végeztek (Christen és mtsai., 2013) tejben található különböző mikrobiális kontaminánsok inaktiválásával kapcsolatosan, melyek során megállapították, hogy az UV-kezelés alkalmas a legtöbb baktérium-faj inaktiválására, továbbá olyan hatást is kifejtve, amely során a tejben található bioaktív anyagok elváltozásai következnek be. Az kutatásaik során a szerzők azt állapították meg és bizonyították, hogy az UV-kezelés a tej számára hatékony kiegészítő pasztörözési eljárásnak tekinthető, viszont a kezelési hatékonyságok viszonylag eltérőek a művelési paraméterek függvényében. A tej UV-kezelése a nem-termális inaktiválási módszerek közé sorolható (Tran és Farid, 2004). Az UV besugárzás hullámhosszúság és a fényforráson kívül található terjedési közeg függvényében több besorolásra osztható, általában a kisebb hullámhosszúság tartományban hatékonyabb az inaktiválási művelet, különösen 250-270 nm tartományban inaktiválhatóak a baktériumok, vírusok, protozoák, élesztők, penészek és algák (Bintsis és mtsai., Jay 2000).

A germicid hatással rendelkező hullámtartományban reakcióba léphetnek a DNS bázisok, leginkább a pirimidin és a purin, a reakciókból számos termék keletkezik, mint pirimidin dimerek, pirimidin adduktumok,

pirimidin hidrátok, DNS szerkezeti módosulások következhetnek be (Shama, 1999). Mivel a tejben az UV sugárzás kis mértékben hatol be, az UV-C besugárzás leginkább felületi kezelés céljából használatos. Az UV-C sugárzás behatoló képessége összefüggésben van a folyadék-fázisban található anyagok oldhatóságával, sűrűségével és zavarosságával. A tej kezelése UV-C sugárzással rendkívül körülményes, mivel az elnyelési együttható értéke  $300 \text{ cm}^{-1}$  a 254 nm-es hullámhosszúságon, amely nagyon eltér más folyadék-fázisok elnyelési együtthatóitól, mint például a víz és sör esetében, amelyek  $0,1$  és  $20 \text{ cm}^{-1}$  értékűek (Shama, 1999). 2015-ben az European Food Safety Authority (EFSA) közzétette a hivatalos álláspontját a tehéntej UV-kezelésével kapcsolatban, ezt biztonságos műveletnek ítélte meg, amelyet a hagyományos pasztörözés kiegészítéseként ajánl. Az észlelések között szerepel a D<sub>3</sub> vitamin koncentrációjának növekedése is (EFSA, 2015).

### 3. CÉLKITŰZÉSEK

Fő célkitűzésünk a fogyasztók táplálkozását és egészségi állapotát kedvezően befolyásoló minőségi tej előállításának, a termális pasztörözési eljárás módosításával, lehetőség szerint teljesen felváltva megfelelő módon szabályozott UV kezeléssel. Továbbá, a technológiai eljárás módosítása által az élelmiszer-biztonsági tényezőket nagyobb részarányban lehet követni, egyidejűleg a minőségi paraméterek szempontjából javított követési lehetőség jön létre, amelyek az előállított termék tápértékét és értékesíthetőségét kedvezően befolyásolják.

Figyelembe véve a tudományos, gazdasági és fogyasztói tényezőket, nyilvánvaló a technológiai korszakváltásnak a szükségessége a tejfeldolgozás során, nagyobb hangsúlyt fektetve a fogyasztói biztonság elérésére, a technológiai eljárás korszerűsítése által, előnyben részesítve a tej kedvező hatással rendelkező összetevőit kevésbé károsító behatás segítségével, mint a szelektív UV besugárzás. A technológiai fejlesztés megvalósítható a feldolgozásra szánt tej sajátosságai függvényében intelligens szabályzással rendelkező berendezés által, amely kisebb mértékben károsítja a bioaktív- és zamat-hatással rendelkező összetevőket, viszont szelektíven és hatékonyan inaktíválja a káros hatású mikrobiológiai fajokat. A feldolgozási eljárás tökéletesítése által, gyakorlatilag fajlagos többletköltség nélkül lehetőség nyílik a termék nagyobb egységárral rendelkező értékesíthetőségére, amely a minőségi paraméterek javított értéke által jön létre. Ezen kívül, az új eljárás során alkalmazott műveleti paraméterek között található összefüggések megismerése által lehetőség nyílik a technológiai folyamat rugalmasságára is, ez által pedig hatékonyan feldolgozhatók különböző származású, összetételű és mikrobiális terheléssel rendelkező nyers tejek.

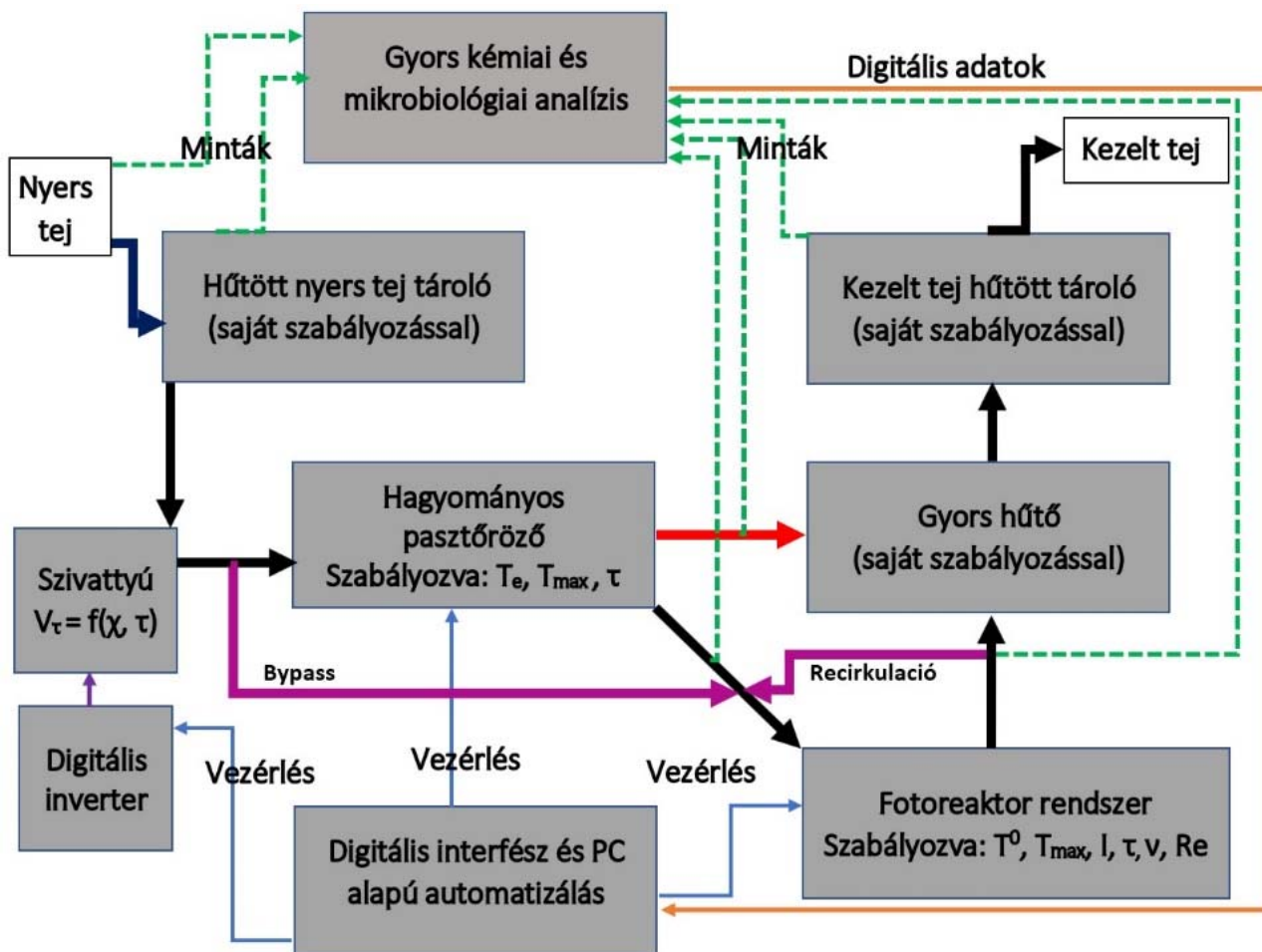
Három fontosabb célkitűzés fogalmazható meg a technológiai fejlesztés hatására: korszakváltás a tejiparban, biztonságdomináns technológia létrehozása és minőség-domináns technológia alkalmazása. Olyan UV besugárzáson alapuló berendezést szándékozunk létrehozni integrálva vagy elkülönítve a hagyományos pasztöröző berendezéstől, amely által jobb minőségű, azaz tápértékben kedvezőbb és a fogyasztók egészségi állapotát kedvezőbben befolyásoló, jobb ízű és biztonságosabb, kórokozóktól és toxinoktól mentesített tejet lehet előállítani. Ennek céljából a lejátszódó átalakulásokhoz kapcsolódó közös differenciálegyenlet rendszer alkotása és alkalmazása szükséges, illetve mennyiségi és minőségi mutatóinak meghatározása annak érdekében, hogy a működési paraméterek és összefüggések megismerése által élelmiszeripari használatra hivatalosan is alkalmazni lehessen elsőként Európában, mint hitelesített tej-kezelési berendezést, amely EU szintű innováció, és amely hozzájárulhat az európai tej-ipar világszintű versenyképességének növeléséhez.

### 4. ÉRTEKELÉS

Figyelembe véve az új technológiai eljárás sajátosságait, szükségessé válik meghatározni a kísérleti és léptéknövelt UV pasztöröző berendezés fontosabb alkotó részeit. A kezelésre szánt tej számára szükséges egy tároló tartály elegyítő berendezéssel, hőmérséklet szabályzással, vagyis megfelelő hűtéssel, hőszigeteléssel, védő inert gázzal, szintérezéssel, tisztító és öblítő hozzátartozó berendezéssel és anyagokkal. Ezen kívül szükséges egy automatikus és gyors bakteriális terhelést meghatározó teljes felszereltségű berendezés, amely 10-15 s/meghatározás ütemben képes működni és adatokat szolgáltatni a rendszer számára. Továbbá, szenzorok és jel-feldolgozók több csoportja szükséges, így párhuzamosan több paraméter követhető, mint a hőmérséklet, szintmagasság, nyomás és nyomás-különbség, hozam és pH, mindez bioszenzorok, ionszelektív, vegyület-specifikus elektrokémiai elektródák, fényerő-, áramerősség- és elektromos feszültség-szenzorok által. Az analóg és digitális jelek multiplexelésére, demultiplexelésére, kibocsátására és befogadására Data Acquisition egység beillesztésére van igény, valamint egy adat-feldolgozásra képes rendszer. A technológiai berendezés irányítása számára szükségesek vezérlő elemek, mint digitális és analóg vezérlésű szelepek,

csapok, adagolók, relék és digitális elektromos teljesítményt szabályozó inverterek. A berendezésben történő áramoltatás számára igény van ezen kívül analóg és digitális vezérlésű aszeptikus adagoló szivattyúkra, védőgázként pedig palackozott élelmiszeripari minőségű nitrogénre vagy argonra.

Figyelembe véve az UV-kezelés behatoló-képességét és más műveleti paramétereket, különleges megépítésű kvarcból készült speciális fotoreaktorokra van szükség, ezen kívül a folyadékok és gázok áramoltatására szükségesek rozsdamentes és műanyag vezetékek, valamint illesztőelemek. Továbbá, a laboratóriumi légtér minőségét szabályzó berendezésekre van szükség, amelyek által megvalósíthatók a légkondicionálás, UV csiramentesítés és szellőztetés, biztosítva a megfelelő működési feltételeket. Fontos megemlíteni az előbbieken kívül a teljesítményben javított HPLC, GC és UV-VIS analitikai berendezéseket és ezekhez szükséges anyagokat (mint standardok, oldószerek, reagensek és eluensek), ezek számára még szükségesek megfelelő edények és pipetták, minta-tárolók, hűtőszekrények és inkubátorok. A kezelésből származó tej számára szükséges ugyancsak egy tároló tartály elegyítő berendezéssel, hőmérséklet szabályzással, hőszigeteléssel, védő inert gázzal, szintérzékeléssel, tisztító és öblítő hozzátartozó berendezéssel és anyagokkal. Végül, a rendszer megfelelő működtetése számára még szükséges egy nagyobb teljesítményű szünetmentes tápegység, desztillált és ultratiszta víz előállító és tároló berendezés és a működtetést biztosító szoftverek. Az UV-kezelő rendszer fontosabb alkotói és kapcsolati vázlatát az 1. ábrán látható.



1. ábra

*Az UV-kezelő rendszer fontosabb alkotói és kapcsolati vázlatát*

A hozzáférhető tudományos és UV-pasztőröző berendezések esetében csupán néhány paramétert említenek, mint az UV-dózis, a tartózkodási idő és rendkívül ritkán a hőmérséklet, az ezek közötti összefüggések gyakorlatilag nem kiterjeszthetők más paraméterek esetében, de ezeken kívül más jellemzők is

feltétlenül fontosak a modellezés, tervezés és lépték-növelés céljából, amelyek a projekt tevékenységi körébe tartoznak, mint szükséges tudományos fejlesztés. Ennek érdekében szükséges ismételt meghatározni fontos technológiai tulajdonságokat, mint a sűrűség feltérképezése összetétel függvényében, a folyadék-elemek tartózkodási eloszlását, a fotoreaktor geometriai jellemzőit, az oldott oxigén és más gázok koncentrációit, a fehérjetartalmat és fehérjetartalomban jelenlevő aminosav-profil, a mikrobiális kontamináció jellemzőit, mint fajok és fejlődési stádiumok, valamint egyedek szám-eloszlását. Továbbá, szükséges meghatározni a szárazanyagtartalmat, a laktóz koncentrációt és az optikai tulajdonságokat, a tejszírtartalmat és a tejsír zsírsav-profil, a szabad zsírsavakat, aldehidek és ketonok koncentrációit, a viszkozitást és reológiát, a pH-t és a pH-változás értékét. Minőségi szempontból szükséges felmérni az aflatoxinok esetleges jelenlétét, mint az AFB1, AFB2, AFM1 és AFM2, mivel az UV-kezelés alkalmas ezek koncentrációinak csökkentésére, viszont a feldolgozás csak akkor alkalmazható, ha ezek koncentrációi a megengedett határérték alatt találhatók. Más fontos meghatározandó összetételi paraméterek a nukleotidok, urea és szabad aminosavak koncentrációi, az enzimek koncentrációi, mint a lipoprotein-lipáz, laktoperoxidáz, xantin-oxidáz és alkáli-foszfátáz és a titrálható savasság értéke.

Továbbá, meghatározandó a recirkulációs hányados értéke a fotoreaktorban, a térfogatáram mint javított tömegáram a fotoreaktorban, a hőmérsékletváltozás a kezelés során, az UV sugárzás penetrációs képessége, az UV besugárzás spektruma, a kémiai összetevők diffúziós együtthatói, a gyűrű alakú fotoreaktor-metszetben lejátszódó axiális és radiális áramlások, az áramlási viszonyok, mint például Reynolds kritérium értéke, az egyedi és összesített inaktiválási index, Taylor kritérium értéke, mikrobiális inaktiválás kinetikai tényezői valamint az automatizálás paraméterei és a szabályozások korrelációi.

## 5. KÖVETKEZTETÉSEK

A legtöbb tudományos vizsgálat csupán laboratóriumi szintű, gyakorlatilag alaposan és tudományos adatokra támaszkodó, megfelelő háttér-információval kínált (teljes kiterjedésű műszaki adatlappal, automatizálással és prediktív parametrikus szabályzással) UV-pasztöröző berendezés nem lelhető fel a piaci kínálaton. A tudományos vizsgálatok java része nem összefüggő, különböző kutatócsoportok viszonylag eltérő feltételekkel folytatták tevékenységüket, amelyekből a közzétett adatok nem elegendők a nagyobb léptékű és nagyobb feldolgozó kapacitású berendezések tervezéséhez és megvalósításához. A jelenleg piacon található berendezések viszonylag primitívek, alkalmazásuk által nem teljesíthetők párhuzamosan a művelettel kapcsolatos feltételek: megfelelő mértékű inaktiválás, a tápanyagok lehető legnagyobb mértékű megőrzése, a minimális behatás elvének betartása, az előállított termék minőségének állandósítása, a kezelési műveleti paraméterek optimalizálása, a gazdasági hatékonyság maximalizálása és a műveleti rugalmasság eltérő összetételű tejek feldolgozása esetében. Tehát, szükségesé válik a saját adatbázis létrehozása, amelyek az UV-pasztöröző berendezés tervezéséhez és megvalósításához szolgálnak, ezek az adatok a paraméterek közötti összefüggéseket szükséges, hogy tartalmazzák. A piaci kínálatban található berendezések más, a technológiai folyamatban szereplő berendezésekkel összehangolt állapotban kell legyenek, ami csak az integrált saját tervezés által valósítható meg. A korszerűsítés két kivitelezésben valósítható meg, a hőhatást alkalmazó pasztörözés részarányának csökkentésével, második kivitelezésben teljes mértékben csupán UV-behatáson alapuló kezelés alkalmazásával. Fajlagos többletköltség nélkül lehetőség nyílik a termék nagyobb egységárral rendelkező értékesíthetőségére, amely a minőségi paraméterek javított értéke által jön létre.

Az alkalmazott műveleti paraméterek között található összefüggések megismerése által lehetőség nyílik a technológiai folyamat rugalmasságára, ez által pedig hatékonyan feldolgozhatók különböző származású, összetételű és mikrobiális terheléssel rendelkező nyers tejek. A hagyományos termális pasztörözést biztonsági okokból rendszerint többlet-behatással alkalmazzák, ezáltal az értékes összetevők károsodnak, amely hátrány az általunk javasolt eljárás során részben kiküszöbölhető, mivel az UV-kezelés előtt minden tétel számára meghatározzák a mikrobiális terhelést és faj-eloszlást, ezek ismeretében vezérlik a megfelelő minőség elérésére a műveleti paramétereket, mint például a fajlagos UV besugárzás. A javasolt eljárás viszonylag csekély fajlagos költséggel jár, mivel a termális pasztörözés behatási részaránya csökken és esetleg kiküszöbölhető, az előállított termék önköltségi egységára gyakorlatilag nem növekedik, viszont a hatékonyabb technológiai eljárás következtében azonos egységárral jobb minőségű termék állítható elő és értékesíthető, vagy akár nagyobb haszonkulccsal hozható forgalomba. A javított minőség által növelhető a versenyképesség és a termék iránti közkedveltség.

## IRODALMI JEGYZÉK

- [1] Bandla, S. – Choudhary, R. – Watson, D.W. – Haddock, J.: 2012. UV-C treatment of soymilk in coiled tube UV reactors for inactivation of *Escherichia coli* W1485 and *Bacillus cereus* endospores. *LWT-Food Science and Technology* 46(1). 71–76.
- [2] Bintsis, T. – Litopoulou-Tzanetaki, E. – Robinson, R.K.: 2000. Existing and potential applications of ultraviolet light in the food industry – a critical review. *J Sci Food and Agric*, 80. 637–645.
- [3] Choudhary, R. – Bandla, S. – Watson, D.G. – Haddock, J. – Abughazaleh, A. – Bhattacharya, B.: 2014. Performance of coiled tube ultraviolet reactors to inactivate *Escherichia coli* W1485 and *Bacillus cereus* endospores in raw cow milk and commercially processed skimmed cow milk. *Journal of Food Engineering*, 2. 43-52.
- [4] Christen, L. – Lai, C.T., Hartmann, B. – Hartmann, P.E. – Geddes, D.T.: 2013. Ultraviolet-C Irradiation: A Novel Pasteurization Method for Donor Human Milk. *PLoS One*. Jun 26; 8(6).
- [5] Hudaa, N. – Haiqiang, C.: 2014. Alternative Food Processing Technologies. Chen Faculty of Agriculture, University of Mauritius, Réduit, Mauritius and Department of Animal and Food Sciences, University of Delaware, Newark, Delaware, USA. 1–33.
- [6] Jay, J.M.: 2000. Modern Food Microbiology. 6th Ed. Springer-Verlag, Berlin, Germany.
- [7] Matak, K.E.: 2004. Effects of UV irradiation on the reduction of bacterial pathogens and chemical indicators of milk. PhD thesis. Virginia Polytechnic Institute and State University.
- [8] Matak, K.E. – Churey J.J. – Worobo, R.W. – Sumner, S.S. – Hovingh, E. – Hackney, C.R. – Pierson, M.D.: 2016. Efficacy of UV light for the reduction of *Listeria monocytogenes* in goat's milk. *Journal of Food Protection*, 68:22. 12–16.
- [9] Reinemann, D.J. – Gouws, P. – Cilliers, T. – Houck, K. – Bishop, J.R.: 2006. New methods for UV treatment of milk for improved food safety and product quality. ASABE presentation. Paper No. 066088.
- [10] Safety of UV-treated milk as a novel food pursuant to Regulation (EC) No 258/97: 2016. Adopted: 10 December 2015. *EFSA Journal*.
- [11] Shama, G., Ultraviolet light. Encyclopedia of food microbiology. Academic Press (Elsevier), 1999.
- [12] Tran, M.T.T. – Farid, M.: 2004. Ultraviolet treatment of orange juice. *Innov Food Sci Emerg*, 5, 495–502.
- [13] Yasothai, R. – Giriprasad, R.: 2015. High Intensity Pulsed Light Technology In Food Processing, Veterinary University Training and Research Centre, Erode, Tamilnadu Veterinary and Animal Sciences University, Veterinary Assistant Surgeon, *Chozhapandi International Journal of Science, Environment and Technology*. ISSN 2278-3687 (O), 4, 1. 234–236.