

TDK DOLGOZAT

RÁCZ GELLÉRT

2024.



SZEGEDI TUDOMÁNYEGYETEM
UNIVERSITAS SCIENTIARUM SZEGEDIENSIS
MÉRNÖKI KAR

SÁRGARÉPA UV-C FÉNNYEL VALÓ KEZELÉSÉNEK VIZSGÁLATA

TDK DOLGOZAT

Rácz Gellért

*IV. évfolyamos élelmiszermérnök BSc
hallgató*

Témavezető:

Pappné Dr. Sziládi Katalin

főiskolai docens

Szegedi Balázs

intézeti mérnök

SZEGED

2024.

Tartalomjegyzék

1	BEVEZETÉS.....	4
2	CÉLKITŰZÉS	5
3	IRODALMI ÁTTEKINTÉS	5
3.1	A sárgarépa	5
3.1.1	Sárgarépa termesztés	5
3.1.2	Bakháta termesztés	6
3.1.3	Sárgarépa betakarítás.....	7
3.1.4	Morfológiai felépítés.....	7
3.1.5	Sárgarépa jellemzése.....	8
3.1.6	Beltartalma és élettani hatásai	10
3.1.7	Sárgarépa osztályozása	11
3.1.8	Jellemző betegségek	13
3.1.9	Karotinoidok, a sárgarépa barnulása	13
3.2	UV-C fény	15
3.3	Csomagolás, értékesítés.....	16
3.3.1	Vákuumcsomagolás	17
4	ANYAGOK ÉS MÓDSZEREK.....	18
4.1	Alapanyag és előkészítése	18
4.2	Színmérés:	20
4.3	Mikrobiológia:	22
4.4	Állománymérés:.....	23
4.5	Nedvességtartalom:	24
5	EREDMÉNYEK ÉS KIÉRTÉKELÉSÜK.....	26
5.1	Nedvességtartalom változása:	26
5.2	Mikrobiológiai változások:	27
5.3	Állománymérés vizsgálata:	28
5.4	Színmérés kiértékelése:	32
6	ÖSSZEFOGLALÁS	36
7	IRODALOMJEGYZÉK	38

1 BEVEZETÉS

Európában az országok között a napi gyümölcs és zöldség fogyasztás eltérő. A lista első helyén Belgium, utolsó helyén pedig Románia áll. Magyarországon a napi átlagos fogyasztás 225g, amivel Ausztria mögött és Málta előtt az európai átlagban helyezkedik el. Magyarországi adatok alapján megállapítható, hogy 2010 óta nőtt az egy főre vetített gyümölcs- és zöldségfogyasztás. Az éves zöldségfogyasztás 2010 és 2020 között 25%-kal nőtt. Ebben az adatban nincs benne a burgonyafogyasztás, ami 2010-ben a zöldségfogyasztás 37,8%-át jelentette, majd ez az érték 2020-ra már csak 31,2% volt.

A fogyasztást még különböző szempontok alapján is tovább lehet bontani, ilyen például a korcsoport és a településtípusok. A korcsoportoknál elmondható, hogy a 2010-ben az idősebbek több gyümölcsöt és zöldséget fogyasztottak, valamint a végzettség szerint nézve is fellelhetőek különbségek. Az iskolázottabbak több gyümölcsöt fogyasztanak, míg zöldségekből pedig kevesebbet. 2020-ra ezek az adatok nem változtak, csak annyiban, hogy a magasabb végzettségűek zöldségfogyasztása 24%-kal megnőtt, ebben az adatban sem szerepel a burgonyafogyasztás. Településtípusok alapján a gyümölcs és zöldségfogyasztási sorrend a következőképpen alakul. Első a főváros, azt követi a megyei jogú városok, majd az egyéb városok és végül a községek.

Az éves fogyasztás 2010-2020-ig a három legtöbbet fogyasztott zöldség, tehát a sárgarépa, paradicsom és vöröshagyma esetében alig növekedett. A sárgarépa 17%-os növekedést produkált. A zöldségek mellett vizsgálva voltak még a tartósított zöldségek is. Amelyek fogyasztása a 10 év alatt 86%-ot növekedett (Szabó, 2023). Ezen fogyasztásnövekedés alapján választottam a vákuumcsomagolással és UV-C fénnel tartósított sárgarépaszeleteket a kísérletemhez.

Az áruházak polcain egyre gyakrabban találkozhatunk csomagolt, frissen vágott zöldségekkel. Ezeket kényelmi termékeknek nevezzük, mert több szempontból is előnyösek. Nem igényelnek előkészítést, vízfelhasználást, valamint nincs tisztítási veszteségük. Azok a zöldségfélék tartoznak a „feldolgozott élelmiszerek” közé, amelyeket az előkészítésük során feldarabolnak, felszeletelnek. Tárolhatóság alapján a csomagolt zöldségeket három csoportra osztjuk. A jól tárolható, rosszul tárolható és rothadó, valamint a rosszul tárolható és erjedő csoportokra. A sárgarépa a jól tárolhatóak közé tartozik (Csajbók, Hegedűs, & Gilingerne Pankotai, 2013). Ezt a tárolhatóságot UV-C fénnel való kezeléssel tovább növelhetjük.

A mikroorganizmusok érzékenysége az UV-sugárzásra változó. A mikroorganizmusok elnyelik az UV-C fotonokat, amelyek a genetikai anyagukban halálos károkat okoznak, ezáltal gátolva a szaporodást és a túlélést (Kowalski, 2009).

2 CÉLKITŰZÉS

A dolgozati munkám során a vákuumcsomagolt felszeletelt sárgarépa UV-C fénnel való eltarthatósági idejének meghosszabbítását vizsgáltam. A kísérleteim fő célja az UV-C fény mikrobaölő hatásának, valamint a sárgarépára gyakorolt hatásainak a vizsgálata. Az UV-C fénnel való kezelésnél ügyeltem arra, hogy a répaszeletekkel ugyanakkora dózist közöljek. Előkezelésként, valamint utókezelésként is alkalmaztam az UV-C fénnel való megvilágítást. A mikrobaölő hatást mikrobiológiai sejtszámkimutatással, a különböző változásokat pedig állomány-, szín- és nedvességtartalom méréssel analizáltam. A vizsgálataim az összehasonlításon alapultak. A kontrollhoz, azaz mindenféle kezelés nélkül vákuumozott sárgarépához viszonyítottam a vákuumozás előtt, illetve után UV-C fénnel kezelt répaszeleteket. Az összes mérési eredményt egy statisztikai programmal értékeltem ki és az így kapott eredményeim az UV-C fény hatékonyságát támasztották alá a mikrobiológia, állomány-, valamint a nedvességtartalom mérése esetén.

3 IRODALMI ÁTTEKINTÉS

3.1 A sárgarépa

3.1.1 Sárgarépa termesztés

Sárgarépát a világon több mint 1 millió hektáron termesztnek. A termelés harmadát Kína szolgáltatja, majd utána 90-100 ezer hektárral az USA és Oroszország következik. Meg kell említeni még Ukrajnát kb. 40 ezer ha, valamint Lengyelországot 20-22 ezer ha termőterülettel. A termesztés ezen országokban még tradicionálisan zajlik. Ellenben a francia, német és brit termelőkkel, ahol már modernizálják a technológiát.

Európában jellemzően az értékesítés friss piaci terméként vagy különböző kiserelések formájában zajlik. Belgium állítja elő a legtöbb fagyasztott terméket. Magyarországon a Duna-Tisza közti homokhátság területe a domináns, itt az egészséves sárgarépa előállítás felváltotta a korai termesztés. Köszönhető ez a mikro-öntözésre, valamint a permanens tápoldatozásra épülő termesztéstechnológiának. Ennek következtében megnőtt a tárolási kapacitások fejlesztésének igénye. E területről elindult az exportálás a vidékhez közeli, határon túli kereskedők irányába. A fejlődés végett szükségessé vált a bővítés, amely a szántóföldi termesztést, valamint a post-harvest tevékenységeket terhelte. Körülbelül 55 ezer tonna sárgarépa termett nagyjából 1200 hektáron. A nagy mennyiség ellenére mégis Olaszországból és Hollandiából szükség volt import árura.

A termesztésben a gyökérzöldségek közül a legfontosabb a sárgarépa, fontos konzerv- és hűtőipari alapanyag. 3-4 ezer éves termesztési múlttal az egyik legrégebb óta termesztett zöldség, amely Európában őshonos. Termesztése főleg szabadföldön zajlik, de az utóbbi

években volt példa arra, hogy termeszto berendezésekben állítsák elő a répát (Takácsné Dr. Hajós, 2017).

3.1.2 Bakhátas termesztés

A bakhátas művelés olyan termesztési rendszer, amely termesztési és talajvédelmi célból olyan állandó sorokból áll, ahol a vetősor 12-20, esetleg akár 25 cm-rel magasabb a sorköznél. Röviden a bakhátas rendszer azt jelenti, hogy a szemenkénti vetés egy 15-25 cm magas bakhátba következik be. Első alkalommal általában ősszel készítik el a bakhátakat, de a tavaszi bakhátkészítés is gyakori. A bakhátakat újjá általában az utolsó művelés alkalmával (amelyet vegetációs időnek is nevezünk) építik sorművelő berendezéssel. A talajművelés június elején, közepén töltögetéssel kezdődik.



1. ábra Bakhátas sárgarépa termesztés (forrás: agroforum)

A művelés újjáépíti a bakhátakat a következő évi vetés idejére, illetve segíti a gyomszabályozást. Ősszel, esetleg tavasszal vetés előtti hetekben történik a növényi maradványok aprítása. Ezek a maradványok a barázdákban halmozódnak fel, így nem akadályozzák a bakhát felmelegedését. Gyomirtó kijuttatását végezhetik sávosan a bakhátra 25-35 cm szélességben, vagy a teljes talajfelszínre. A műtrágya kiszórása történhet vetés előtt, vagy a vetőmaggal egyidőben. A műtrágya mennyisége csökkenthető a növényi maradványok végett.

Az 1950-es évek elején az Egyesült Országok kezdték el alkalmazni a bakhátas művelést. Az Egyesült Államokban, mint komplex termesztési rendszer terjedt el a bakhátas művelés az 1980-as évek elején. A talajfelszínen, a feltalajban, valamint a mélyebb rétegekben is megváltoznak a talajfizikai tulajdonságok köszönhetően a bakhátas termesztési rendszer

különleges sor, sorköz formációjának. A talajfelszín 10 százalékkal megnő a bakhátak kialakításával. Ezért a hő-, és vízgazdálkodás megváltozik.

A hőmérséklet a bakhátban magasabb, míg a nedvességtartalom alacsonyabb. A hőtárolást a bakhátban még serkenti a korlátozott hőmozgás a bakhát és az alatta lévő réteg között. Az elvetett magok korábbi csírázása és magasabb csírázási százalék mérhető nedves talaj esetén, mert a bakhát gyorsabban felmelegszik. Elegendő mennyiségű csapadék esetén kedvező lesz a magágy és a gyökérkörnyezet. Kevés csapadék esetén a bakhátak kiszáradnak. A bakhátas termesztéstechnológiával a nagyon csapadékos vidékeken megmenthetőek a növények a befulladásától (László, 2007).

3.1.3 Sárgarépa betakarítás

A sárgarépa relatíve hosszú tenyészidejű növény. Éréséhez legalább 80, legfeljebb 220 nap szükséges. A betakarítás ideje következésképpen függ a termesztés céljától, a fogyasztási területtől, továbbá a fajta tenyészidejétől. Ennek alapján június második felétől november elejéig bármikor szedhető, ha elérte a felhasználási érettséget.

Június, július hónapokban – de igen sok esetben még augusztus hónapban is lombbal együtt takarítják be, főként a rövid, ezen kívül középhosszú tenyészidejű fajtákat, amik mosva és csomózva kerülnek a piacra. Az érettség jele a színeződés, ezen kívül a szabvány által behatárolt méret.

A lomb nélkül piacra, feldolgozásra, esetleg tárolásra kerülő répát szeptemberben, októberben takarítják be a fajtától, a szaporítási időponttól, ezen kívül a fogyasztási céltól függően. Az érettség jele a megfelelő szín, a fajtára jellemző méret, továbbá a kimagasló karotin-, valamint szacharóztartalom.

Augusztus közepétől, végétől a direkt piacra, szeptembertől a feldolgozásra kerülő sárgarépa betakarítása történik.

A tárolásra szánt sárgarépa betakarítása október közepén kezdődik. A betakarítást kézzel, nagyüzemekben, nagyméretű felületen géppel végzik. Ezt követi a válogatás, átrakás, valamint a piacra szánt répáknál a mosás, ezeket összefoglaló néven betakarítás utáni műveleteknek nevezzük (Hraskó, 2011).

3.1.4 Morfológiai felépítés

A növény talajban tartása, valamint a víz és ásványi sók felvétele a gyökerek elsődleges funkciója (Dobrzański, 2014). A gyökér tárolószervvé is fejlődhet, és emellett tartalék anyagok tárolójaként is működhet. Ilyen helyzet különösen a sárgarépánál és a többi gyökérzöldségnél. Az anyagok felhalmozódásának képessége azon növények megkülönböztető jellemzője, amelyek gyökerét fogyasztjuk.

A tároló gyökerek erős másodlagos növekedéssel rendelkeznek. Ezért ezek leggyakrabban kétéves növényekben találhatók. A növekedés első évében ezek a növények vegetatív szerveket termelnek, és tápanyagokat raktároznak a gyökereikben. Csak a második évben termelnek generatív szerveket, felhasználva a gyökér tartalékjait. Az itt leírt zöldségfélék kétéves növények, a fogyasztásra szánt zöldségeket a növény fejlődésének első évében a szántóföldről szedik be (Malinowski, 1987).

3.1.5 Sárgarépa jellemzése

Gyökere: főgyökér és karógyökér. Ez a része alkalmas fogyasztásra. Ennek, valamint a szik alatti szár megvastagodásából alakul ki a répatest. Ezek még jól felismerhetőek a fiatal szikleveles magoneon. A vékony gyökérágak nagyrészt a répatest alsó részén találhatóak. A szik alatti szár a talajba húzódik a fejlődő gyökér húzóereje által. A húzóerő növelése a cél a nemesítők körében, mert a kiálló fejű típusok feje zöldül vagy lilásodik a fény hatására, így a kedveltség csökken.

Négy jellegzetes zónát határozhatunk meg a répatest keresztmetszetében. Ilyen a farész legbelül, más néven szívész, amely parenchimatikus szövetből áll, nagy sebességgel fásodik, kevesebb száraz-, és színanyagot, valamint cukrot tartalmaz. A hancsrész, más néven kéreg a következő zóna. Amely általában sötétebb színű, ezen felül sok festéket és tápanyagot hordoz a raktározószövelei által. A következő zóna az előző két vastag zóna között található. Ez a vékony rész a farészt körülölelő kambium. Melyet növekedési zónának is neveznek, mert a répa vastagodása innen indul, befelé új faszövetek, kifelé új hancssejtek alakulnak ki. A negyedik zóna az externiális részen fedezhető fel, melyet másodlagos bőrszövetnek neveznek. Elparásodott sejtekből épül fel, valamint a répatest védelméért felelős.

Levele: A répafejen körkörösén találhatjuk meg az első évi töleveleket. A második évben elsőként szintén a tölevelek nőnek, majd a szárlevelek kialakulnak a szárral együtt. Összetett, szárnyalt, valamint erőteljesen bevagdalt levelek jellemzik a sárgarépát. A száron kialakuló levelekhez képest a tölevelek nagyobbak mindig. Mivel csupán méretben, illetve erősségben különböznek a levelek, így nem fajtabélyegek, valamint a méret és az erősség alakulását is befolyásolják a környezeti tényezők.

Szára: megjelenése a második évben jellemző. Az első évben nem szükséges a képződése. Elágazó, kemény és szőrös. Többféle elágazás megfigyelhető rajta, amelyek lehetnek első-, másod- és harmadrendűek. Körülbelül 100-150 cm, a méretét a fajtája határozza meg.

Virágzata: összetett ernyő. Hímnős virágai mindig az elágazások végén találhatóak, szerkezetüket az ötös szám jellemzi. Az oldalágakon felfedezhetőek ivartalan, illetve egynemű virágok is. Sziromlevelei fehérek, de a virágzat közepén megjelenhetnek sötét, bíborszínű virágok is, ami a vad típusra utal. Rovarok végzik a beporzást.

Termése: Két részből álló ikerkaszat.

Mag: A magok felületén erek húzódnak. Három alacsonyabb és négy magasabb tüskés ér, melyek tövében olyan sejtek vannak, amelyek illóolajat tartalmaznak. A mag alakja egy lapított tojás, hossza 2-4 mm, szélessége 1-1,15 mm. A szemenkénti vetést a 2mm hosszú és a 0,4 mm vastag tüskék lehetetlenné teszik, ezért dörzsöléssel eltávolítják őket. A mag barnásszürke és nagy Endospermiummal rendelkezik, amelyben keményítő helyett olaj található, a jellegzetes illatot ez biztosítja. Ezer darab mag tömege 2-2,4 g, tüskék nélkül, tehát a dörzsölés után körülbelül 40-50%-al kevesebb. 3-4 évig is megőrizhetik a magok a csírázóképeségeiket.

Jellemzése élettan alapján:

Fényigénye: aránylag kicsi. Enyhe fényben is jóütemű a fejlődése. Ezért az árnyéktűrő zöldségnövények közé soroljuk. Hajthatósága jól szemlélteti, hogy szórt fényben is megfelelően fejlődik. A megvilágítás időtartamát figyelembe véve, hosszúnappalos növény.

Hőigénye: mondhatni közepes, de ezzel ellentétben a hidegtűrő zöldségnövények közé szokták sorolni. Az optimuma és szélsőértékei $16\pm 7^{\circ}\text{C}$. A csírázás $2-4^{\circ}\text{C}$ -on már beindul ez az érték a csírázás minimuma, de a csírázási optimum az a 23°C , de ez már nem hasznavehető a gyökér számára.

Vízigénye: úgyszintén közepes. Vízfelhasználása gazdaságos, a kevés párologtatás miatt, amely a szabdalt levélzetnek köszönhető. A vízigény is változik a fejlődés folyamán. Csírázás idején, az éterikus olajat tartalmazó magok miatt, nagy a vízigény, mert nehezen veszik fel a vizet. Csírázás után visszább esik a vízfelhasználás, majd ismételten megnő. A legnagyobb mennyiségű vízre nyáron van szüksége. A napi vízfelvétel 10-420g közé esik, amely függ a környezeti tényezőktől, valamint a növény fejlettségétől.

Tápanyagigénye: mint az előző kategóriákban, itt is a közepesek közé soroljuk. 1 tonna termés előállításához szükséges fajlagos tápanyagigény 4 kg nitrogén, 1,5-2 kg foszfor, 5,5-6 kg kálium. A káliumellátás felelős a szárazanyag mennyiségének növekedéséért. De túlzott adagolásnál, károsodik a termék és cukortartalma lecsökken.

A vörös levél elszíneződés a kálium indikátora. A fonák színeződik el először, amelyet a levelek egymás utáni elszáradása követ. Közepes nitrogénigénnyel rendelkezik. A sárgarépanál akkor következtethetünk nitrogénhiánnyra, amikor a lomb elkezd sárgulni és a

növekedés lelassul. A sárgulást a vörös szín váltja a fiatal leveleknél. Az eltarthatóságot a túlادagolás redukálja.

A répatestek szét-, felrepedése elkerülhető a folyamatos és megfelelő ellátással. A nitrogénhez és a káliumhoz képest, a foszforigénye a sárgarépának inkább kisebb, mint közepes. Nehéz túlادagolni a növényt, de a foszforhiányt a főerek tájékán a levelek úgyszintén vörös elszíneződéssel jelzik (dr. Balázs , 1994).

3.1.6 Beltartalma és élettani hatásai

Tápértékét tekintve elsősorban a karotin-tartalom jelentős, mely átlagosan 7 mg/100 g (alfa- és béta karotin 6-12 mg/100 g). Az egyéni szervezetben nélkülözhetetlen funkciója van a zsírban oldódó A-, és D-vitamin képződésében. Ezen anyagokból több található meg a hancsrészben, mint a farészben. A karotin mellett B1-, B2-, B6- és C-vitamin, valamint nikotinsav is jelen van benne. Az ásványi anyagok közül kiemelkedik a kalcium és a foszfor, de a vas is jelen van. A kellemes aromát az illóolajok keverékének köszönheti. Cukortartalma körülbelül 6%, és di- és monoszacharidokból (szacharóz, glükóz és fruktóz) áll. A legfontosabb ásványi elemek a Ca, K, P, Fe, Mg, króm és egyéb sók (Takácsné dr. Hajós, 2020).

1. táblázat A gyökérzöldségek összetétele

Alkotórészek	Tartalom (%)
Víz (g/100g)	88,3
Energia (kcal/100g)	41,0
Fehérjék (g/100g)	0,93
Zsírok (g/100g)	0,24
Szénhidrátok (g/100g)	9,58
Élelmi rostok, összesen (g/100g)	2,8
Kalcium (mg/100g)	33,00
Vas (mg/100g)	0,3
Magnézium (mg/100g)	12,0
Foszfor (mg/100g)	35,0
Kálium (mg/100g)	320,0
Nátrium (mg/100g)	87,0
Cink (mg/100g)	0,24
Réz (mg/100g)	0,06
Szelén (µg/100g)	0,1
C-vitamin (mg/100g)	5,9

A gyümölcsök és zöldségek gazdag forrásai a fitokémikáliáknak - a táplálkozási és egészségügyi előnyeikről ismert bioaktív vegyületeknek (Tiwari Uma & Cummins, 2013). A sárgarépa a világ egyik legfontosabb zöldségnövénye, mivel nagy termőképességű, és friss és feldolgozott termékként is felhasználható. A sárgarépa magas tápértékének és kiváló tárolhatóságának köszönhetően fontos szerepet játszik az emberi táplálkozásban.

A fitokémiai anyagok hozzájárulnak a sárgarépa tápértékéhez, és főként fenolos vegyületekből, karotinoidokból, poliacetilénekből és aszkorbinsavból állnak. A sárgarépában található fitokémiai anyagok mennyiségét és típusát számos tényező befolyásolja. Fontos szerepet játszik a genotípus, a narancssárga sárgarépa α - és β -karotint és luteint, a vörös sárgarépa likopint, a lila sárgarépa gyökerei antociánokat, a fekete sárgarépa pedig fenolos vegyületekben gazdag. A karotinoidok 3,2 mg/kg és 170 mg/kg között, a C-vitamin pedig 21 mg/kg és 775 mg/kg között változik fajtától függően (Ahmad, Maria, & Qumer, 2019).

3.1.7 Sárgarépa osztályozása

A termesztett sárgarépát főként keleti és nyugati sárgarépára osztják a sárgarépa gyökér pigmentációja alapján. A keleti sárgarépa Afganisztánból származik, míg a nyugati sárgarépa eredete még mindig bizonytalan. A legtöbb keleti sárgarépa gyökere lila, néhány sárga színű. Enyhén boncolt levelek és elágazó gyökereik vannak. A legtöbb nyugati sárgarépa gyökere narancssárga, piros vagy fehér. A nyugati sárgarépa levelei erősen boncoltak, a gyökerei el nem ágazóak (VH, 1983).

A zöldségnövények nemcsak különböző rendszertani családokba tartoznak, hanem különböző eredetűek is. A különböző családokba tartozó, közel azonos környezeti igényű növényfajok eredete azonos vagy közel hasonló. Szoros összefüggés van egy termesztett növény eredete és vadon élő típusa, valamint jellegzetes gazdanövényi tulajdonságai között. A hidegtűrő növények magasan fekvő és hűvösebb hőmérsékletű területekről származnak. A trópusi régiókból származó fajok általában több hőt, vizet és páratartalmat igényelnek. Ez alapján beszélhetünk olyan zöldségfajtákról, amelyek hőtűrők és több vizet igényelnek, és olyanokról, amelyek hidegtűrők és kevesebb vizet igényelnek.

Ez alapján a sárgarépát a hidegtűrő és az alacsony vízigényű fajták közé sorolhatjuk. A termesztés ma már jelentős ismereteket is igényel, így a magyarországi és más országok piaci viszonyainak és a sikeres forgalmazáshoz szükséges minőségi paraméterek ismerete nélkül nem lehet belevágni ebbe az árutermelő tevékenységbe (Takácsné Dr. Hajós, 2017).

Az egész termékek esetében az osztályozást úgy kell elvégezni, hogy a zöldségek megjelenése egy osztályon belül egységes legyen a méret, a fajta, a főzési mód és az érettség tekintetében (MAGYAR ÉLELMISZERKÖNYV, 2016).

- 1.osztály: Az első osztályú sárgarépa rendelkezik a legmagasabb minőséggel, így a következőket kielégíti:
 - Színe: egyenletes, élénkvrös
 - Formája: egyenes, valamint szaabályos
 - Mérete: hossza legalább 10 cm, átmérője minimum 2 cm
 - Belső minősége: szilárd, valamint lédús
- 2.osztály: A második osztályú sárgarépa teljesíti a legtöbb minőségi elvárást, de kisebb hibái vannak vagy mérete apróbb.
 - Szín: egyhangú, élénkvrös, de kisebb foltok megjelenthetnek
 - Forma: kismértékben görbült vagy deformált
 - Méretek: hossza legalább 8 cm, átmérője minimum 1,5 cm
 - Belső minőség: szilárd és lédús, de apró belső hibákkal rendelkezik
- 3.osztály: A harmadik osztályú sárgarépa nem felel meg számos minőségi követelménynek, és nagy hibákkal vagy kisebb mérettel rendelkezik.
 - Szín: nem egyöntetű, sárgás, zöldes foltok előfordulhatnak
 - Forma: nagy mértékben görbült vagy deformált
 - Méretek: hossza nincs 8 cm, átmérője éri el a 1,5 cm-t
 - Belső minőség: puha vagy fás, belső hibái nagy mértékűek

Az osztályozást mindig a termelő vagy a kereskedő végzi. Az osztályozás módját a Magyar Élelmiszerkönyv ismerteti.

A sárgarépa minőségi osztályozása számos előnnyel jár a termelők, a kereskedők és a fogyasztók számára:

- A termelők számára a minőségi osztályozás jó minőségű terméket eredményez, amelyet magasabb áron lehet értékesíteni.
- A kereskedők számára a minősítés lehetővé teszi, hogy az egyes piacok igényeinek megfelelő termékeket azonosítsák.
- A fogyasztók számára ez segít abban, hogy jobb, magasabb minőségű termékeket válasszanak, amelyek jobb ízűek és egészségesebbek, mint a gyengébb minőségű termékek (MAGYAR ÉLELMISZERKÖNYV).

3.1.8 Jellemző betegségek

Ezek a leggyakoribb betegségek és fertőzések, amelyek a sárgarépáknál fordulnak elő.

o A sárgarépa tarkalevelűsége:

Sárga vagy fehér foltok a levélerek között és a hajtásokon (Dr. Princz, 2008).

o Sárgarépa (petrezselyem) lisztharmat (*Erysiphe heraclei*):

Ez a kórokozó finom szürkésfehér bevonatot képez a levél felületén, és ritkán a szárra is rátelepszik. A levelek sárgulnak és nekrotikusan elhalnak, végül teljesen hámtalanok lesznek és elhalnak.

o A sárgarépa alternáriás levélfoltossága (*Alternaria porri* f. sp. *dauci*):

Száraz és meleg körülmények között levélfoltosság léphet fel. A fertőzés csökkenti a minőséget és a túlélést, különösen a sárgarépa esetében. A kórokozó gyakran magról terjed, és a palánták pusztulását okozza. A fő tünet a palántarothadás. A magoncok növekedése lelassul, végül leáll, majd tömeges magoncpusztulás következik be. A sárgarépakísérletekben barnás-fekete nekrózis is előfordulhat (Orosz, 2021).

o A sárgarépa fekete rothadása (*Stemphylium radicinum*)

o Fehérpenészes rothadás (*Sclerotinia sclerotiorum*)

o Szürkepenészes rothadás (*Botrytis cinerea*)

3.1.9 Karotinoidok, a sárgarépa barnulása

A természetben nem találhatóak meg a $C_{40}H_{64}$ összegképletű terpén szénhidrogének, de a $C_{40}H_{56}$ összegképletű szénhidrogének és származékaik nagy jelentőségűek, ezek a karotinoidok. Melyek színesek, izoprénvázasak és konjugált kettős-kötést tartalmaznak. Négy karotinoid alapszénhidrogént ismerünk a likopint, β -karotint, α -karotint és a γ -karotint. Mindegyik különbözik, de az összegképlete $C_{40}H_{56}$ mindegyiknek. A sárgarépából kinyerhető β -karotin, a korábban egységesnek vélt „karotin” fő alkotóeleme. A szerkezetfelépítését igazolták 1928-ban kvantitatív katalitikus hidrogénezéssel. Majd ezt megerősítették 1950-ben egy úgynevezett szerkezetbizonyító totálszintézissel. Így ezen kísérletek után kijelenthető, hogy a molekula 11 konjugált kettőskötést és 2 gyűrűt tartalmaz, tehát a poliénláncban 9 konjugált kettőskötés található (Engster, 1957-8).

A mevalonsavból többszörös dekarboxilezéssel, foszforilezéssel és vízvesztéssel képződő izopentenil-pirofoszfátból történik a terpének, karotinoidok bioszintézise. Enzim hatására az izopentanol pirofoszforsavval képzett észtere és a dimetil-allil-pirofoszfát közt végbemenő reakció eredményezi az első láb-fej izoprénrész-kapcsolódását, amely a prenil-transzferáz lesz. Ez a kapcsolódás protonlehasadással jár, ami miatt az enzim elektrondonor

csoportja szabadabbá válik. Sztereoszelektíven a reakció transz geranil-pirofoszfát képződéshez vezet.

Karotinoidok megtalálhatóak az emberi szervezetben is. Az összes mennyiségük: ~100-150 mg., Amelyből a zsírszövetben 80-85%, a májban 8-12%, az izomzatban 2-3% és a vérérszumban 1% arányban oszlik el. A β -karotin, α -karotin, β -kriptoxantin, likopin, lutein, zeaxantin a vérérszumb fő karotinoidjai. A β -karotinból enzim hatására 2mol A-vitamin-aldehid keletkezik. Melyből 2 mol A-vitamin lesz redukció következtéképpen, valamint 2 mol A-vitamin-karbonsav oxidáció révén.

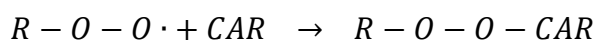
Az olyan zöldségek és gyümölcsök fogyasztása előnyös, amelyek gazdagok karotinoidokban, mert számos betegség megelőzhető vele, pl. csökkentik a rák-és szembetegségek kockázatát. Ez főként a B-karotinra, likopinra, luteinre és a zeaxantinra jellemző. B-karotin forrás a sárgarépa, sütőtök, mangó, brokkoli. Likopin forrás a paradicsom, görögdiñnye. Lutein forrás a csicsóka és a gyermekláncfű virága. Zeaxantin forrás a kukorica.

Mikor a karotinoidok interakcióba kerülnek gyökökkel vagy különböző ágensekkel akkor végbemegy a „bleaching”, tehát elvesztik a színüket. Ezen reakció következtében két kimenetellel kell számolnunk, a poliénlánc centrális, illetve excentrikus oxidatív hasadásával vagy a reakciópartnerek kettős kötésre történő addíciójával. Karbonil-vegyületek vagy epoxidok jönnek létre a poliénlánc oxidatív hasadásakor. Felfedtek egy kivételes szerkezetű addíciós terméket, mely β -karotin es NO_2 -tartalmú füst reakciója végett képződik. Ez a 4-nitro- β -karotin.

Háromfajta lehetséges mechanizmus szerint reagálnak a különféle gyökökkel a karotinoidok.

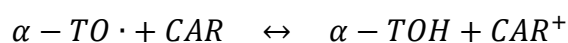
- 1 Gyökök addíciója karotinoidokra $\text{CAR} + \text{R} \rightarrow \text{R} - \text{CAR} \cdot$
- 2 Gyökökre történő elektronátvitel $\text{CAR} + \text{R} \rightarrow \text{CAR}^{+\cdot} + \text{R}^+$
- 3 Alil-típusú hidrogénelvonás $\text{CAR} + \text{R} \rightarrow \text{CAR} \cdot + \text{RH}$

Az (R-O-O-) jelölésű lipid-peroxil-gyökök a poliénlánc bármely szénatomjához hozzáadhatóak, és a folyamat során egy stabil szabad gyök (ROO-CAR $\cdot$) keletkezik, amelynek középpontjában a szénatom áll rezonancia-határszerkezettel. Mivel ezek a szabad gyökök nagyon stabilak, megzavarják a lipidperoxidáció kezdeti lépéseit, megmagyarázva az oldatban lévő karotinoidok antioxidáns hatásának többféle lehetőségét.



A CAR rendkívüli spektroszkópiai módjaival (LFP, HYSCORE, ENDOR) vizsgálhatók azok a karotinoid-kation-gyökök (gyök-kationok) CAR^+ , amelyek az elektronátviteli reakciók

során keletkeznek. A II sz. fotorendszer működésében nagy jelentőséggel bírnak ezek a gyök-kationok (kation-gyökök). Ezt fotoprotektív hatásnak nevezik. Az E-vitamin-gyök, a tokoferol-gyök illetve a karotinoidok között elektronátadási reakció játszódik le.



A C-vitamin és a karotinoidok között is elektron-transzfer reakció megy végbe, ezt a megfigyelést Truscott és munkacsoportja végezte.

A sejtekben végbemenő folyamatokra hatással vannak a karotinoidok:

- a.) növekedést-gátló hatás
- b.) antimutagenikus hatás
- c.) genotoxicitásra gyakorolt hatás
- d.) rosszindulatú transzformációkra gyakorolt hatás
- e.) sejtek közötti kommunikációra gyakorolt hatás
- f.) egyéb hatások; pl. apokarotinoidok képesek xenobiotikus metabolizáló enzimek létrehozására (Dr. Molnár, 2013).

3.2 UV-C fény

Az UV-sugárzást évtizedek óta használják a felületeken, a levegőben és a vízben lévő kórokozók számának csökkentésére, és a COVID-19 világjárvány az UV fertőtlenítési technológia alkalmazásának széles körű tudományos és technikai lehetőségeit nyitotta meg. (Kowalski, 2009) A Nap elektromágneses sugárzási spektrumának az UV tartománya 100 nm és 400 nm közötti hullámhossztartomány, amelyet négy tartományra osztanak: UV-A 315 nm és 400 nm között, UV-B 280 nm és 315 nm között, UV-C 200 nm és 280 nm között, valamint vákuum UV 100 nm és 200 nm között (James & Cotton, 2008).

A mikroorganizmusok érzékenysége az UV-sugárzásra változó, 200 és 300 nm között mozog, a 260 nm a legérzékenyebb. Az UV-C fotonokat a mikroorganizmusok elnyelik, és halálos károkat okoznak a genetikai anyagukban, ami a szaporodást és a túlélést gátolja. A mikroorganizmusok genetikai anyaguk összetételében különböznek egymástól, ezért az UV-fényre való érzékenységük is eltérő. A vírusok egy- vagy kétszálú DNS-sel vagy egy- vagy kétszálú RNS-sel rendelkeznek. Általában az egyszálú DNS-sel vagy RNS-sel rendelkező vírusok a legérzékenyebbek, őket követi a bakteriális DNS, végül pedig a kétszálú DNS-sel és RNS-sel rendelkező vírusok. A gombák és a spóraszerű mikroorganizmusok tömör természetük miatt ellenállóbbak. A genetikai anyagon kívül a mikroorganizmus mérete és a különböző

fehérje- és lipidburkok jelenléte is befolyásolja az érzékenységet. Az inaktiválódás sebességét befolyásolja a felület anyaga, a dőlésszög és a relatív páratartalom.

A mikrobák számának csökkentésére különféle UV-fényforrásokat használnak, a legelterjedtebbek a higanygőzlámpák, amelyek maximális emissziója pontosan a mikrobák UV-érzékenységének csúcspontján, körülbelül 260 nm-en van. Az UV fertőtlenítési folyamat energiaalapú, és az UV-dózis határozza meg az inaktiválási arányt, azaz a fertőtlenítés hatékonyságát. Az UV-dózis kiszámításához ismerni kell a mikrobiális sejtekre besugárzott besugárzási sűrűséget és a besugárzási időt, amelyet e két érték szorzatával határozunk meg. Az UV-fénnyel történő fertőtlenítés ezért a legpontosabban az UV-dózis értékével határozható meg, nem pedig az idővel. A kielégítő inaktiválási érték (99,9%) eléréséhez azonban számos tényező játszik szerepet. Ezek két kategóriába sorolhatók: a célközeg jellemzői és a mikroorganizmusok jellemzői (Kowalski, 2009).

A tényleges adagolás öt fő tényezőtől függ:

- A célmikroorganizmusoktól és a szükséges inaktiválás mértékétől.
- Energiaforrás UV sugárzása: higanylámpa sugárzása.
- Az energiaforrás és a tárgy közötti távolság
- Beesési szög és behatási idő

3.3 Csomagolás, értékesítés

A gyakran ismételt csomagolási lehetetlenség három igény ellentmondása: a fogyasztási csomagolás a piacon, a csomagolásba fektetett erőforrások és a csomagolás védelmi funkciója. Mindhárom igény teljes körű kielégítése a cél, figyelembe véve a teljes termékláncot.

A lédig, tehát ömlesztett értékesítés a gyümölcs- és zöldségágazatban a fenntarthatóság felé jelentős lépés. A vásárlók pontosan azt tudják így megvenni amire szükségük van, és annyit amennyire igényt tartanak, mindezt kevesebb csomagolóanyag felhasználásával. A szállítás az üzletekbe hatékonyabb, valamint a csomagolás helyére nem kell csomagolóanyagot szállítani. Munkalehetőséget teremt a fából készült ládák gyártása, valamint a műanyag tárolórekeszek gyártása és mosása a munkanélküliség sújtotta vidéki területeken. Ellenben a csomagolatlan áruk a csomagoltakhoz képest jobban kivannak téve a sérüléseknek, veszteségeknek. Ezért szükségesek mégis kisebb kisserelések (Williams, 2009).

A mai csomagolások, mérsékelten használnak kartont vagy egyéb helykitöltő anyagot, ezáltal jobban kihasználva a szállító járművek kapacitását és így egy költséghatékony, valamint környezetbarát megoldást eredményeznek. Ez az átalakuló fenntarthatóság lehetővé teszi a társadalmi-technikai rendszerek fenntartható átalakítását és a társadalmi értékek, az emberek

életmódjának, fogyasztási szokásainak, igényeinek és preferenciáinak változását is. Ezt nevezzük "okos csomagolásnak" (Székely, Hajdu, & Láng, 2020).

3.3.1 Vákuumcsomagolás

A csomagolt élelmiszerek egyre jobban kezdenek elterjedni, a nagy áruházi szupermarketek megjelenésével. Ezek a csomagolások megóvják a ez élelmiszerek higiéniáját. Mai tendencia alapján a háziasszonyok hamarabb döntenek a kész- illetve félkész termékek mellett, mert a főzésre egyre kevesebb idejük jut. Ezek mellett a másik fontos szempont a minőségmegőrzés idejének minél nagyobb mértékű kitolása. Ilyen modern csomagolási módszer a már régebben is alkalmazott vákuumcsomagolás, melynek az élelmiszeriparban ma már több módját is használják (Dr. Bíró, 1999).



2. ábra Vákuumcsomagolt szeletelt sárgarépa (forrás: joskoker)

Az egyik legrégebbi és leggyakoribb hőre lágyuló műanyag megmunkálási módszer a vákuumformázás. Manapság szinte bárhol előfordulnak a vákuumosan alakított műanyag produktumok (Birton & Gergely, 2021). A vákuumformázás egyszerűen megfogalmazható. Ez egy olyan alakadási folyamat, ahol egy hőképlékeny, megfelelő vastagságú, a felhasználás célját kielégítő lapot egy kívánt hőmérsékletre felhevítjük, majd egy megfelelő geometriájú és méretű formára nyújtjuk, ami alatt vákuumot használunk. A darab tökéletesen felveszi az alakot adó forma felületét a vákuum segítségével, majd hűtés hatására tartósan meg is őrzi azt (Czvikovszky, Nagy, & Gaál, 2007).

A gyakorlatban is jól bevált módszer a vákuumcsomagolás. Ezt sok-sok termék vizsgálata igazolja. Az időszerű csomagolásnak megvannak az előnyei, de vele szemben az élettani vonatkozású veszélyforrásai is. Ezért az efféle csomagolási technikák használatának fontos alappillére azoknak a biológiai és fizikai hatásoknak a tökéletes ismerete, amelyek a különböző élelmiszerek ilyesfajta csomagban bekövetkező tárolásakor történik (Dr. Bíró, 1999).

A vákuum eredményeképp előnyös, hogy az aerob baktériumok képtelenek az elszaporodásra, a csomagolásnak köszönhetően a szennyeződések száma minimális. Ez a módszer annál fogva is előnyös, mert a vákuumcsomagolás az étel körül lecsökkenti a levegő mennyiségét, ezzel együtt a káros oxidatív hatások is elkerülhetőek (Bene, 2022).

4 ANYAGOK ÉS MÓDSZEREK

4.1 Alapanyag és előkészítése

Sárgarépa, zákányszéki termőföldről származó, 1. osztályú, Napa F11 fajtájú, 3 nappal a kezelések előtt felszedett és tisztított répát vizsgáltam.

A sárgarépaikat megpucoltam konyhai zöldség hámozóval, amelyet használat előtt 70%-os etanollal fertőtlenítettem, majd szeletelőgépbe tettem őket és egyenlő nagyságú szeletekre vágtam a berendezés, amely egy Robot Coupe CL40 zöldségszeletelő volt. Ezután két féle képpen történt a kezelés a kontrol minta mellett.



3. ábra Zöldségszeletelő berendezés (saját kép)

A referencia mintát, tehát ami semmi féle elő-, vagy utókezelésen nem esett át a következőképpen készítettem. A répadarabokról a nedvességet papírtörő segítségével felitattam, majd az előre kikészített vákuumzacskókba, úgy helyeztem bele őket, hogy egymást ne fedjék, majd a vákuumozó gép segítségével elkészítettem a levákuumozott fóliákat. Így készítettem 4 mintát, amelyeket a következő vizsgálatig hűtőszekrényben tároltam.

Az előkezelt mintákat úgy készítettem, hogy a referencia mintához hasonlóan előkészítettem a vákuumzacskókat és a nedvességet felitattam a répák felületéről. Majd UV-C fény alá helyeztem őket papírtálcán szétosztva, hogy minden szeletet ugyanolyan mértékben érje a kezelés. Az UV-C fénycső 50 cm-re volt a papírtálcától, és 1 perc kezelés után kivettem a tálcát, megfordítottam a répákat, majd újból egy percre visszatettem, hogy a répaszelet mindkét oldalát ugyanakkora dózis érje. Párhuzamos kutatásokban ez az 1 perces időintervallum volt az a minimális kezelési idő, amivel a baktériumok esetében tizedelés érhető. Az előkezelés után, az kezeltelen mintához hasonlóan vákuumzacskóba helyeztem a répadarabokat és vákuumoztam őket. Így készítettem 4 halmazt, amelyeket utána hűtőszekrényben tároltam.

Az utókezelt mintáknál úgyszintén az első lépés a nedvesség felitatas és a vákuumzacskó előkészítése volt. Ezt követte azonnal a répaszeletek vákuumzacskóba elrendezése és levákuumozása. Ezután a kész vákuumzacskókat az előkezelt minták készítésénél is használt UV-C fénycső alá helyeztem. Itt ugyanúgy 1 percig történt az egyik oldal megvilágítása, majd az idő leteltével megfordítottam a zacskókat. Így 4 mintát készítettem, amelyeket utána hűtőszekrénybe helyeztem.



4. ábra UV-C fénycsöves épített berendezés (saját kép)

Mindhárom esetben Zádor márkájú 20x30 cm-es vákuumzacskókat használtam, amelyek levákuumozását a Henkelman Jumbo 35 vákuumozó berendezés végezte.



5. ábra Vákuumozó gép (saját kép)

4.2 Színmérés:

A színmérést a Konica Minolta CR-400 színmérő készülékkel végeztem, amely a CIE Lab színmodell alapján mutatta az értékeket. Ahol az L^* értékek a fényességet, világosságot mutatják, a skála 0-100 értékekkel rendelkezik. Minél közelebb van a kijelzett érték a 100-hoz annál világosabb, míg minél közelebb van a 0-hoz annál sötétebb. A 0 az abszolút fekete, a 100 pedig az abszolút fehér szín. Az a^* tengely zöldes (negatív) és pirosas (pozitív) irányba tartalmazza az értékeket. Pirosas a szín minél nagyobb, zöldes minél kisebb az a^* értéke. A b tengely a kék (negatív) és sárgás (pozitív) irányban tartalmazza az értékeket. Minél nagyobb annál inkább sárgás, míg minél kisebb a b^* érték, annál kékesebb. Mindkét tengely körülbelül -128 és +127 között tud felvenni értékeket. Az értékek előjele határozza meg a színek irányát a tengelyeken.



6. ábra Színmérő műszer (saját kép)

A vákuumozásnál előre figyeltem a répaszeletek elrendezésénél, hogy ne legyen átfedés közöttük, így a színmérés rugalmasan működjön. A színmérés helyeit gondosan választottam ki, azokon a helyeken végeztem el a méréseket, ahol a vákuumzacskón nem volt minta, valamint ahol egyenletes volt a fólia felszíne, ahol nem volt felgyűrődés. A mérés eredményeire ezek befolyással lettek volna, így ki kellett őket küszöbölni. Az egyenletes felszínt és a minta mentességet egyszerű volt, hiszen csak olyan helyet kellett választanom, ahol a répaszeletre az átlátszó fólia tökéletesen rásimult. A vákuumfólia "színét", hiába volt az átlátszó, bele kellett kalkulálnom a mérésekbe. Így a mérések előtt a műszer kalibrálásánál az eszköz dobozában található fehér kalibráló lap és a műszer feje közé még behelyeztem a vákuumzacskót egy rétegben. Így a kalibrálásnál a vákuumzsák okozta pontatlanságokat meg tudtam előzni, és további faktorok számítására így nem volt szükség.

Az nulladik héten, tehát amikor készültek a minták, kiválasztottam mindháromféle technikából 1-1 zacskót. Így volt egy kezeletlen, előkezelt és egy utókezelt csomagolásom, amelyek mindegyike tartalmazott 3-3 olyan répaszeletet, amely alkalmas volt a legpontosabb színmérésre. Az itt kiválasztott répaszeleteket beszámoltam és megjelöltem a színmérés helyeit is rajtuk. Mindegyiknél történt egy mérés középen a farésznél, illetve a szélén a háncsrésznél. A műszer által kiírt 3 adatot, az L^* -, a^* - és b^* -értékeket feljegyeztem. Így egy zacskóhoz

tartozott egy farészhez tartozó L^* -, a^* - és b^* -érték, valamint egy háncsrészhez tartozó L^* -, a^* - és b^* -érték.

A következő hetekben ugyanezekben a megjelölt zacskókon végeztem a színmérést.

4.3 Mikrobiológia:

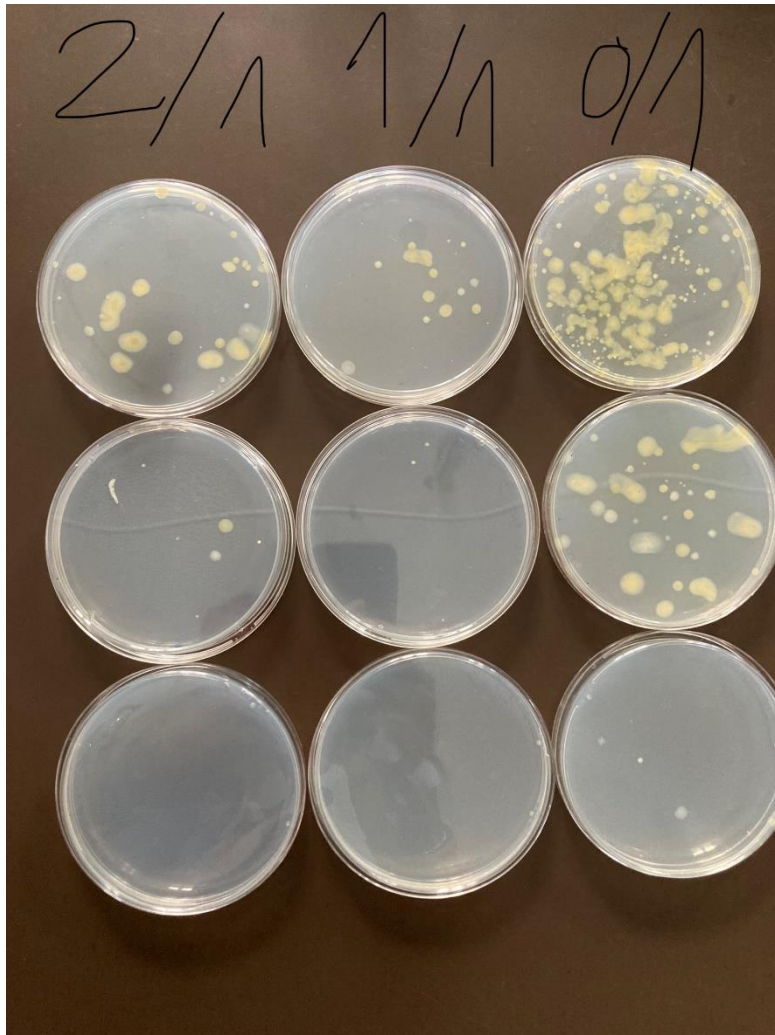
Az UV-C fény hatékonyságát vizsgáltam, a mikrobaszám változás figyelemmel kíséréseivel. A mikrobaszámokat agaron való szélesztés segítségével határoztam meg, 24 óra inkubálás után.

A mintákból 90 ml steril vízbe analitikai mérlegen, csipesz és szike segítségével kimértem 10 g-ot. A csipeszt és a szikét használat előtt minden alkalommal 70%-os etanolba mártottam, majd Bunsen-égő felett a tűzbe rövid ideig betartottam, ameddig az alkohol el nem illan. Minden mintából 3 párhuzamost készítettem. Amelyeket ezután átöntöttem stomacher zacskókba és a Stomacher 400 Circulator berendezés fél percig összerázta, megtörte a répákat. Ezekből a zacskókból 3 hígítási sort készítettem kémcsövekbe. Amelyeket ezután pipetta segítségével a Petri-csészékben lévő agarokra adagoltam, majd szélesztőpálca segítségével szétszélesztettem őket, addig amíg az agar felülete nem kezdett enyhén tapadóssá válni. Használat előtt a csipeszhez és a szikéhez hasonlóan a szélesztőpálcát is 70%-os etanol és Bunsen-égő segítségével fertőtlenítettem le.



7. ábra Steril vízben 10g sárgarépa (bal) (saját kép) Stomacher berendezés (középső) (saját kép) stomacher zacskó a tört sárgarépaszeletekkel (jobb) (saját kép)

Első héten a hígítási sort még 10^5 -ig készítettem el, viszont az ezt követő 3 hétben már csak 10^3 -ig, mert ez az érték felett már nem voltak mikrobák. Így első héten a különböző kezelésekhez (kezeletlen, előkezelt, utókezelt) 45 Petri-csésze tartozott, utána már csak 27 mintát vizsgáltam. Szélesztés után inkubáló szekrénybe helyeztem a csészéket, amelyeket 37°C -on 24 óráig inkubáltam. A 24 óra elteltével pedig megszámoltam az agarokon képződött telepek számát, amelyet utána a 3 párhuzamosnak köszönhetően könnyedén kitudtam számolni.



8. ábra Petri csészék a 24h inkubálás után (saját kép)

4.4 Állománymérés:

Az állománymérést a színméréshez hasonlóan a répaszeleteken 2 helyen végeztem. Ugyanúgy az egyik mérést a farészen, a másikat pedig a háncsrészen. A méréseket vákuumzsákonként 5 répaszeleten végeztem, így 10-10-10 adatom lett hetente (kezeletlen, előkezelt, utókezelt). 5 mérés a répa középső részéhez, míg 5 a répa úgynevezett kérgéhez tartozott. A méréseket a Brookfield C13 állománymérő berendezéssel végeztem, ahol először kiválasztottam a megfelelő rögzíthető tálcát, illetve mérőfejet a répának. A tálcának lyukasnak kellett lennie, hogy az áthaladó mérőfejjel ne találkozzon és ne befolyásolja a méréseket. A méréseket a berendezéssel összekötött számítógépen, egy koordinátarendszerben tudtam követni. Ami megmutatta a pillanatnyi erőhatást a mérőfejre.



9. ábra Állománymérő műszer (Saját kép)

4.5 Nedvességtartalom:

A répaszeletek nedvességtartalmát úgy mértem, hogy a mintákból 5-5 répacikket kiválasztottam, majd felületükről a nedvességet felitattam törülközővel. Ezt követően az előkészített, feliratozott óraüvegek tömegét megmértem analitikai mérlegen és feljegyeztem őket, ezek lettek a táratömegek.



10. ábra Analitikai mérleg (saját kép)

Mindegyik óraüvegre ráhelyeztem egy répaszeletet és újból megmértem így a tömegüket, ez lett a mintatömeg. A mintatömegekből kivonva a táratömegeket megkaptam a

nedvestömegeket. Ezeket egy szárítópolcra összegyűjtöttem és szárítószekrénybe helyeztem 24 órára 105°C-on.

A szárítás leteltét követően kivettem az órávegeket a szárítószekrényből, majd az exsikkátorban történő szobahőmérsékletre hűtés után elvégeztem a tömegvisszamérést, ahol a szárított tömeget megkaptam, amelyből ki tudtam számolni a száraztömeget úgy, hogy a szárított tömegből kivontam a táratömeget.



11. ábra Szárítószekrény (saját kép)

Miután rendelkeztem az összes adattal, lehetőségem nyílt kiszámolni a nedvességtartalmat nedves-, illetve szárazbázisra. Nedvesbázisra a nedvességtartalmat úgy tudtam kiszámolni, hogy a nedvestömegből kivontam a száraztömeget, majd ezek különbségét elosztottam a nedvestömeggel.

$$W_N = \frac{m_{\text{nedves}} - m_{\text{száraz}}}{m_{\text{nedves}}}$$

A nedvességtartalmat szárazbázisra pedig úgy számoltam, hogy vettem a nedvestömeget és a száraztömeg különbségét, majd ezt a száraztömeggel elosztottam.

$$W_{SZ} = \frac{m_{\text{nedves}} - m_{\text{száraz}}}{m_{\text{száraz}}}$$

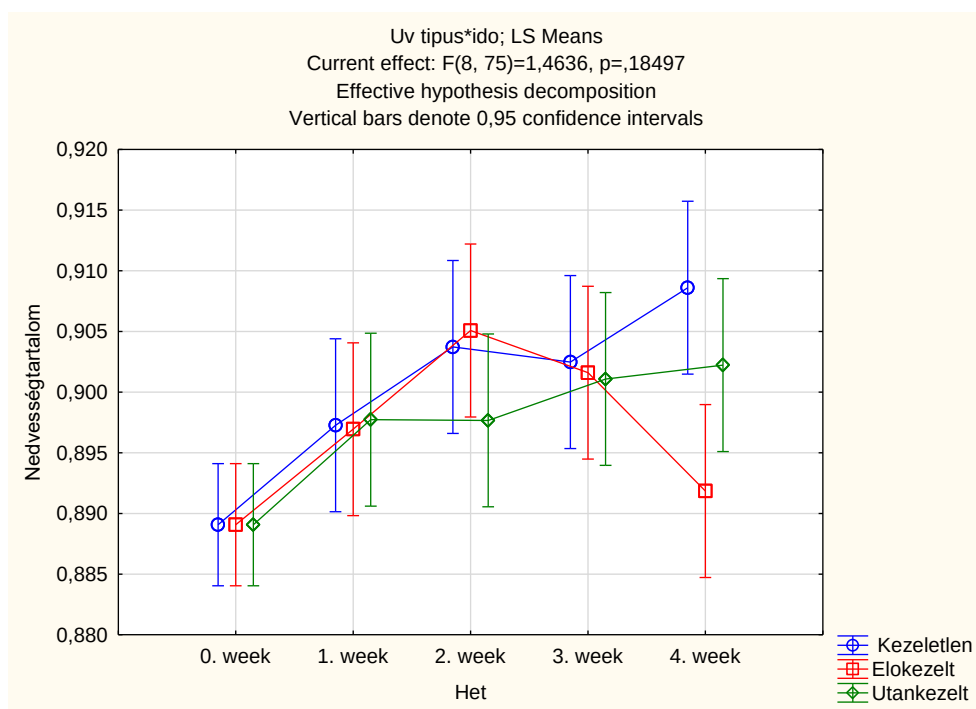
A kiértékelések pontosságához egy Statistica nevű statisztikai programot használtam a nedvességtartalom, mikrobiológia, állománymérés és színmérés kiértékeléséhez. Ezúton a 4

hetes vizsgálataimat számszerűsíteni tudtam egy olyan, diagramon ami képes megjeleníteni a hetek alatt bekövetkezett változásokat, úgy hogy a kezelési módszert is feltünteti.

5 EREDMÉNYEK ÉS KIÉRTÉKELÉSÜK

5.1 Nedvességtartalom változása:

Vizsgálataim és az eredmények alapján a nedvességtartalom növekedése figyelhető meg. A kezeletlen és az utókezelt sárgarépminták nedvességtartalma a 4 hetes intervallumba növekedett és a 4. heti adat szignifikánsan különbözik ($p < 0,05$) a kiindulási adattól. Ezekkel szemben az előkezelt nedvességtartalma is megnőtt, de itt a 4. heti és a kezdeti adat szignifikánsan nem különbözik ($p < 0,05$).



12. ábra Nedvességtartalom diagram (saját diagram)

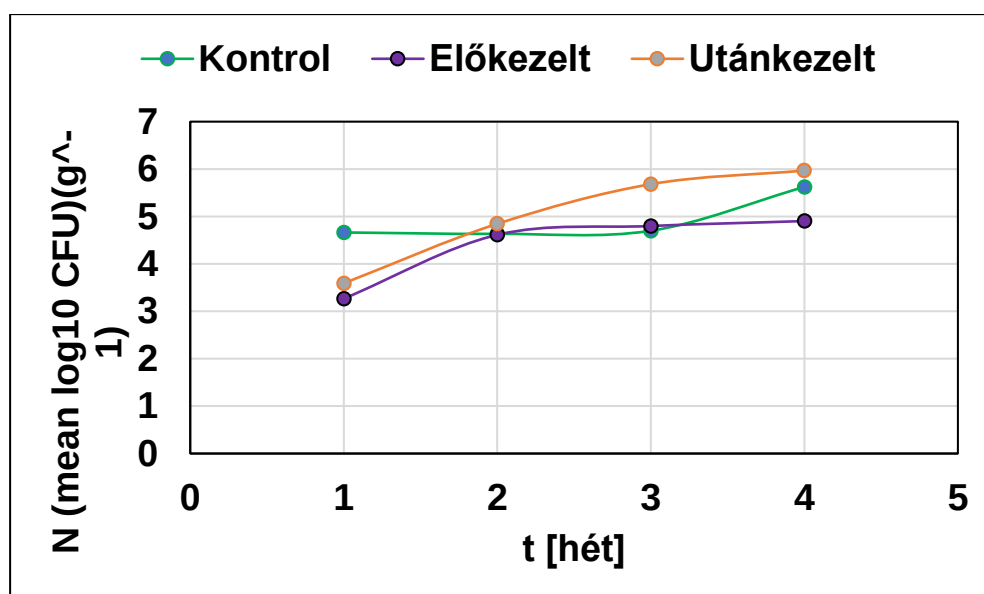
Ahogy a diagrammon is látszik az első, valamint a második hétre mindhárom minta nedvességtartalma nőtt. Ezután az előkezelt sárgarépa nedvességtartalma csökkenő tendenciát mutat, amelynél a 4. heti érték már majdnem megegyezik a kezdeti értékkel. Az utókezelt csomagok maximális nedvességtartalma a legkisebb, az első hét eltelte után szinte alig látható nedvességtartalom változás. Ezekkel szemben a kezeletlen répa rendelkeznek a legnagyobb változás értékével, valamint a 3. heti adatot kivéve egy folyamatos növekedés állapítható meg.

Mind a három mintánál kijelenthető, hogy növekedett a nedvességtartalom. Aminek az oka az, hogy a lebontó anyagcserefolyamatok során a szénhidrátokból víz és széndioxid keletkezik, ami megmagyarázza a nedvességtartalom növekedését.

A konklúzióm a kísérletből az, hogy az UV-C fénnel kezelt (előkezelt, utókezelt) minták nedvességtartalma 1 hónapos tárolás után alacsonyabb, mint a kezeletlen sárgarépaké. De ebben az esetben, hogyha a legkiválóbb kezelést szeretnénk alkalmazni akkor az előkezelési eljárást ajánlanám, mert ezeknek a sárgarépaknak a kezdeti, illetve a 4. heti nedvességtartalma között nincs szignifikáns különbség ($p < 0,05$).

5.2 Mikrobiológiai változások:

A mikrobiológiai kísérleteket is 4 hétig végeztem. Minden héten elvégeztem a leoltott Petri-csészéken a telep számolásokat, és így minden módszerhez kaptam 3 adatot, amelyeket átlagolva megkaptam a csíraszámot. Így tudtam elkészíteni a következő diagramot:



13. ábra Csíraszám változást mutató diagram (saját diagram)

Ahogy a diagramról is leolvasható a legmagasabb csíraszám az első héten a kezeletlen sárgarépaszeletek rendelkeztek, ezeket követi az utókezelt, majd legalacsonyabb csíraszám az előkezelt minták. A hetek elteltével a kontrol, azaz a kezeletlen répaszeletek csíraszama a harmadik hétig stagnált, majd a negyedik hétre megnőtt. Az utókezelt minták folyamatos növekedést mutattak, míg az előkezelt sárgarépaszeletek csíraszama először megnőtt, majd beállt egy stabil értékre és nem változott a hetek elteltével. A 4. héten igazolta magát az előkezelés előnye, hiszen itt az előkezelt minták csíraszama volt a legalacsonyabb, az utókezelt és kezeletlen minták között pedig nincs szignifikáns különbség ($p < 0,05$), ugyanolyan magas értékekkel rendelkeznek, ezt a Statistica program Fischer LSD tesztje igazolja.

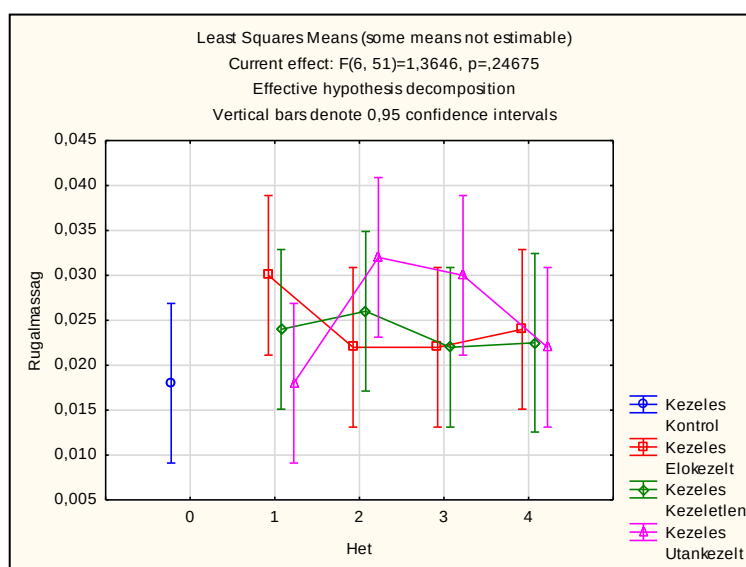
A kísérletből a következőkre tudtam következtetni, az UV-C fénnel való kezelés mikrobaölő hatása valóban működik a sárgarépan. Az UV-C fénynek közvetlenül kell találkoznia azzal a felülettel, amelyen a hatást szeretnénk elérni. Maga a vákuumozás is egy

nagyon jó módszer, az élelmiszerek eltarthatósági idejének megnövelésére. Ezt a kezeletlen módszer mikrobaszám értékeinek változásai jól mutatják. De a vákuumzacskó az utókezelés módszerénél akadály volt. A feltételezésem a zacskó és az UV-C fény kapcsolatáról a diagram alapján az, hogy a zacskó egy határt, egy falat képez az UV-C fénnel szemben, amely a dózist jelentősen lecsökkenti, így a sárgarépa nem kapja meg a megfelelő mennyiségű, és erősségű fényt. A fény viszont károsítja a vákuumfólia szerkezetét, ezért volt folyamatos a mikrobaszám növekedés az utókezelés során. Összességében a vákuumozás magában is egy nagyon jó technológia, de fokozható a pozitív hatás az előkezelés műveletével.

5.3 Állománymérés vizsgálata:

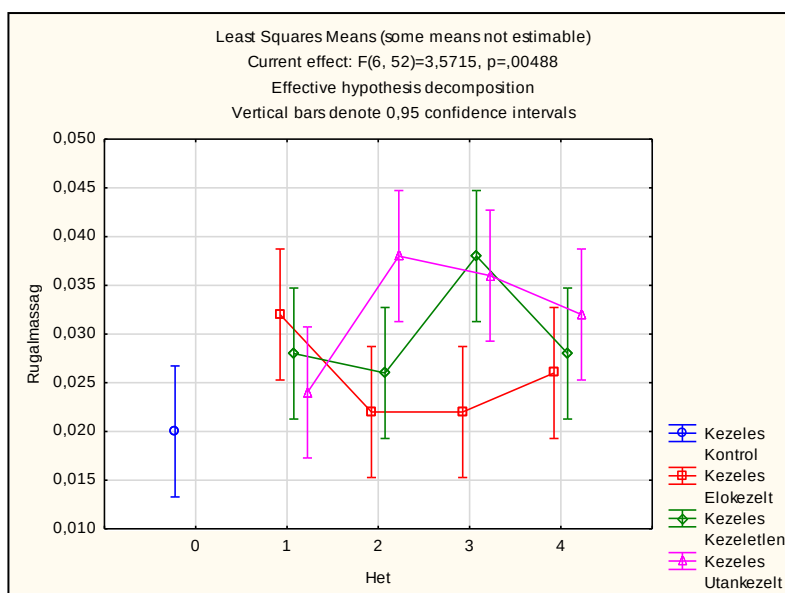
Az állománymérést a répaszeleteken két helyen végeztem el a fa-, illetve háncsrészen. Három adatot vizsgáltam a 4 hét alatt, a keménységet, rugalmasságot és a gumisságot.

A rugalmasság a háncsrész kontroll mintájához képest a negyedik hétre egyik kezelési módszernél sem változott, mert az értékek szignifikánsan nem különböznek ($p < 0,05$) egymástól. Ezek a változások figyelhetőek meg a *rugalmasság-háncsrész* diagramon.



14. ábra Rugalmasság (háncsrész) diagram (saját diagram)

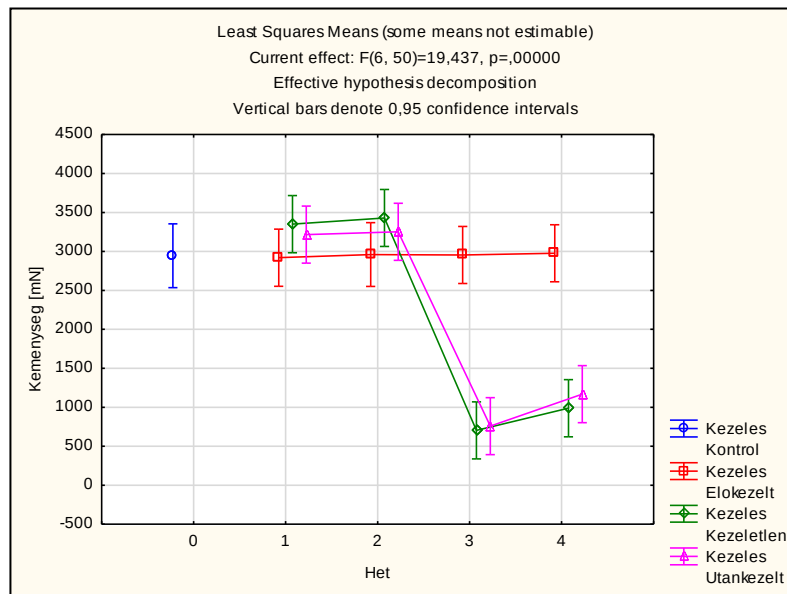
A farésznél bekövetkező rugalmasság változások egyezők a háncsrésznél megállapítottakkal. Ebben az esetben sincs szignifikáns változás ($p < 0,05$) a negyedik hétre a kontroll mintához képest. Az UV-C fény nincsen negatív hatással a rugalmasság változására.



15. ábra Rugalmasság (farész) diagram (saját diagram)

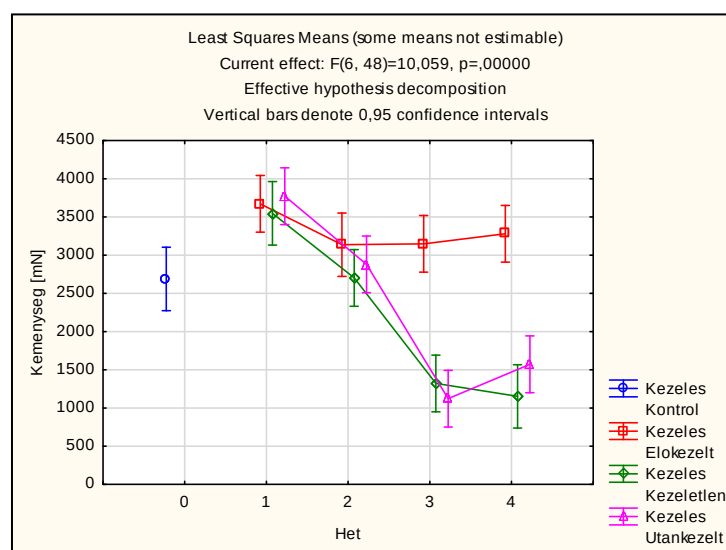
A keménység és a gumisság nagyban hasonlítanak egymásra. Mindkettőnek a mértékegysége millinewton (mN), valamint a különböző kezelési módok változása is nagyon hasonló. Mind a keménységnél, mind a gumisságnál az előkezelt módszer a legstabilabb, ennél az eljárásnál a legkisebbek az értékváltozások. A kezeletlen és az utókezelt mintáknál ez már nem mondható el.

A keménység mérésénél, ahol a vizsgálati pont a háncsrész volt, ott a kiindulási kontroll minta, valamint a 4. heti előkezelt minta keménység értékei szinte megegyezők, 2900-3000 mN nagyságúak. Ebben az esetben a többi hétnél is ugyanezen adatokat produkálták. Ellenben a kezeletlen és utókezelt zsákoknál, ahol szignifikáns eltérés van ($p<0,05$) a kiindulási és a 4. heti keménység értékek között. Mind a két módszer mintái ugyanolyan módon változtak, az első és második hétre megnőttek, majd a második hét után egy nagy keménység csökkenés volt megfigyelhető, ahol a keménység értékek mind a két esetben közel 85%-kal csökkentek. Ezt pedig a harmadik hétről a negyedik hétre pedig egy kisebb növekedés követte. Így a negyedik heti keménység a 1200-1500 mN körül alakult. Ezek mind leolvashatóak a *keménység-háncsrész* diagramról.



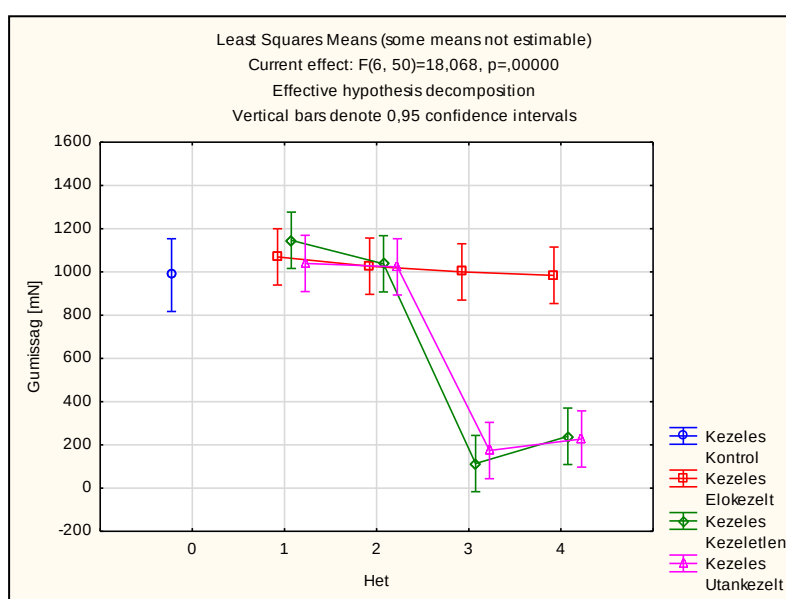
16. ábra Keménység (háncsrész) diagram (saját diagram)

A farész vizsgálatának eseténél szinte minden ugyanúgy alakult, mint a háncsrésznél. Itt is a legstabilabb értékeket produkáló kezelési módszer az előkezelés volt. Olyan különbséggel, hogy az első hétre megnőtt a keménység és a kontroll mintától szignifikánsan különbözött ($p < 0,05$), de ez a következő hetek elteltével már nem volt elmondható. Így a 4. heti és a kezdeti keménység között ebben az esetben sincs szignifikáns különbség ($p < 0,05$). Az utókezelt vákuumzsákok diagram görbéjének lefutása ugyanolyan, mint a háncsrésznél. Kivétel a 2. hetet, mert itt az előző diagramhoz képest csökkenés figyelhető meg. A kezeletlen mintájé viszont, az első heti növekedés után folyamatos csökkenést produkált, így ezen módszer mintái rendelkeztek a legkisebb keménység értékekkel. A változások a következő diagramon láthatóak.



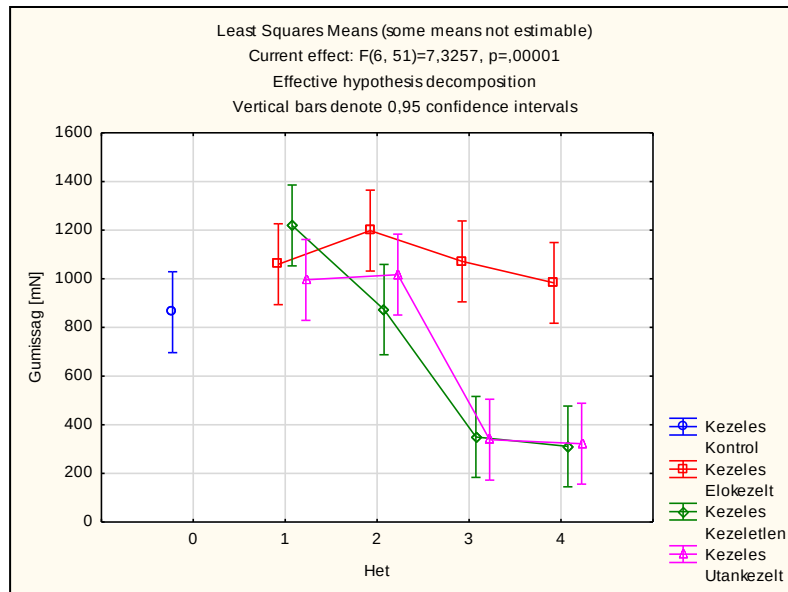
17. ábra Keménység (farész) diagram (saját diagram)

A gumisság diagramgörbéinek lefutása, ahogy az előzőekben említettem nagyon hasonló a keménység diagramgörbék lefutásához. A háncsrész vizsgálatánál az előkezelt módszer úgyszintén stabil és nem produkál egyik héten sem nagy kitéréseket, így a kiindulás és 4. hét értékei között nincs szignifikáns különbség ($p < 0,05$). Az utókezelt és kezeletlen mintáknál is hasonlóképpen alakul az első két hét, ugyanis itt sincs még szignifikáns eltérés ($p < 0,05$) a kontroll mintához képest. Ez a harmadik hétre változik meg mikor a gumisság értékek körülbelül 85%-kal lecsökkennek. Ezt egy kisebb növekedés követi, de a gumisság így se haladja meg a kezdeti érték 20-25%-kát. Így a kezdeti kontroll és a 4. heti kezeletlen és utókezelt minták gumisság értékei szignifikánsan különböznek ($p < 0,05$). Ez látható a *gumisság-háncsrész* diagramon.



18. ábra Gumisság (háncsrész) diagram (saját diagram)

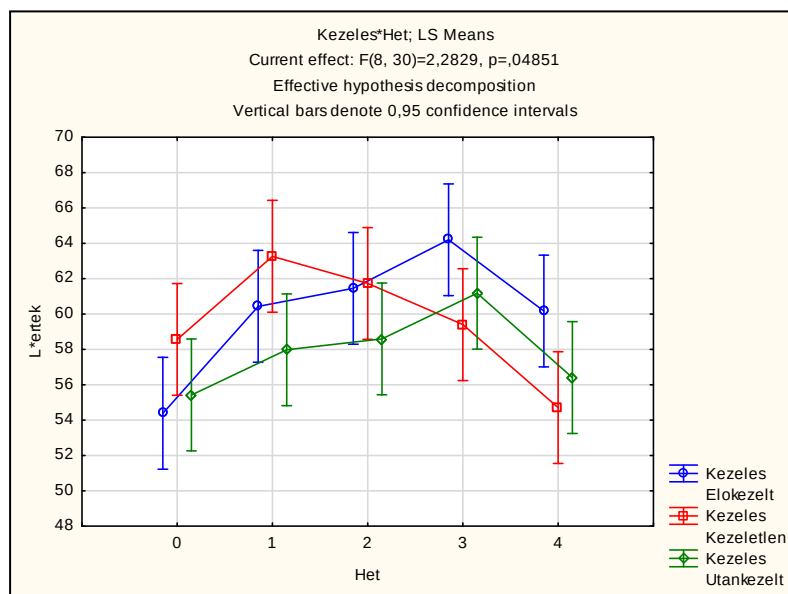
A farésznél, itt a gumisság esetében is hasonlóak az eredmények a háncsrész eredményeihez. Az előkezelt minta itt is hasonlóképpen változik, kivétel a 2. hetet, ahol történt egy kiugró növekedés, amely a 4. hétre visszaesett. Ezért a kiindulás és 4. hét értékei között ebben az esetben sincsen szignifikáns különbség ($p < 0,05$). A kezeletlen minta az első heti növekedést követően folyamatosan csökkent. Az utókezelt vákuumzsákok értékei voltak a legmeggyőzőbbek a 2. hétig, ugyanis az első két hétben az értékek ugyanazok voltak szinte, mint a kontroll minta értékei. Az ezt követő folyamatos csökkenés miatt viszont a kezdeti és 4. heti eredmény között szignifikáns eltérés ($p < 0,05$) olvasható le.



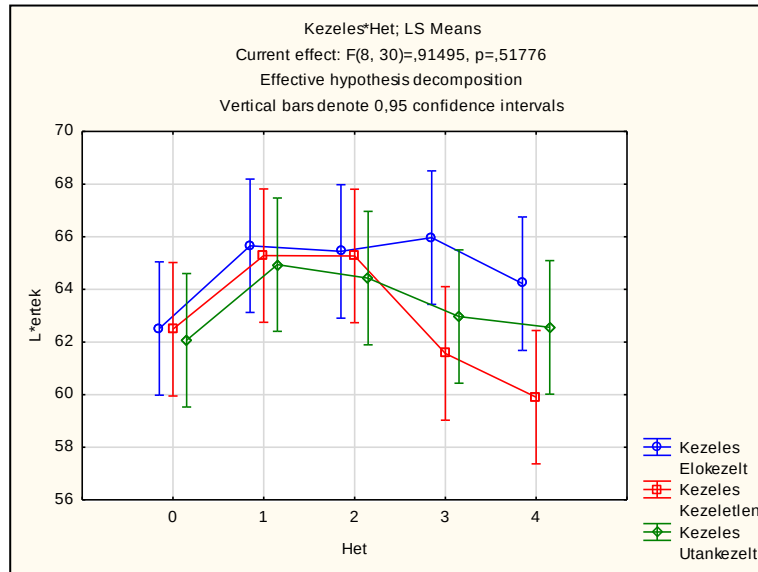
19. ábra Gumisság (farész) diagram (saját diagram)

5.4 Színmérés kiértékelése:

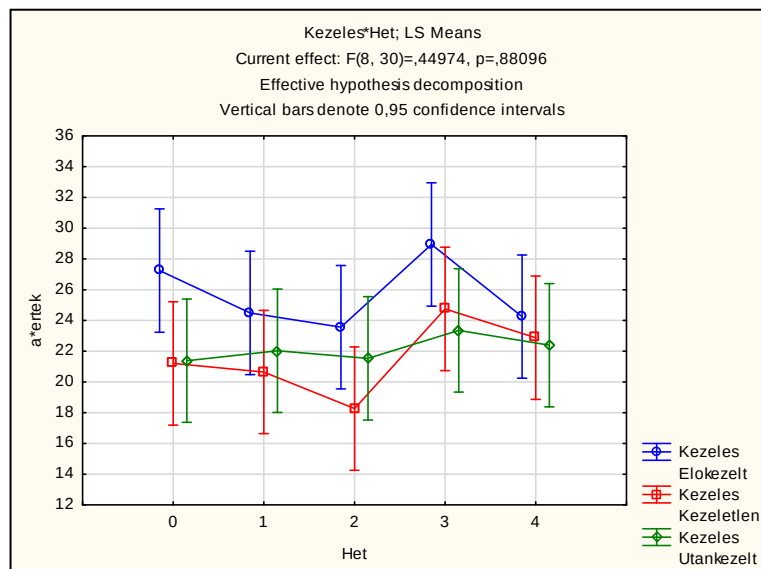
Az UV-C fény hatásait vizsgáltam miképpen változtatják a sárgarépa szeletek színét. Statisztika program segítségével tudtam a színmérő által mért eredményeket diagramgörbék formájában megjeleníteni. Amelyekről leolvashatóak a színváltozások. Mindhárom értéket amelyekkel a színt megtudtam határozni, két ponton vizsgáltam a sárgarépa fa-, illetve háncsrészén.



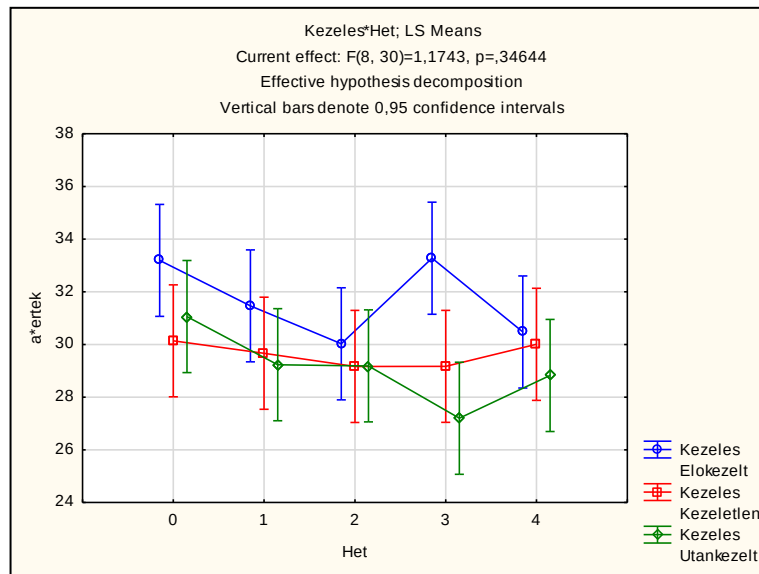
20. ábra L^* érték (farész) diagram (saját diagram)



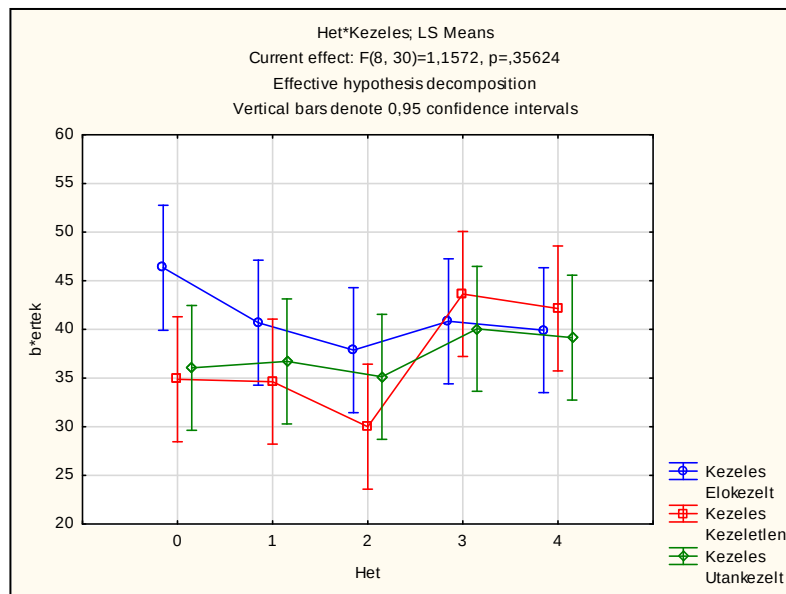
21. ábra L^* érték (háncsrész) diagram (saját diagram)



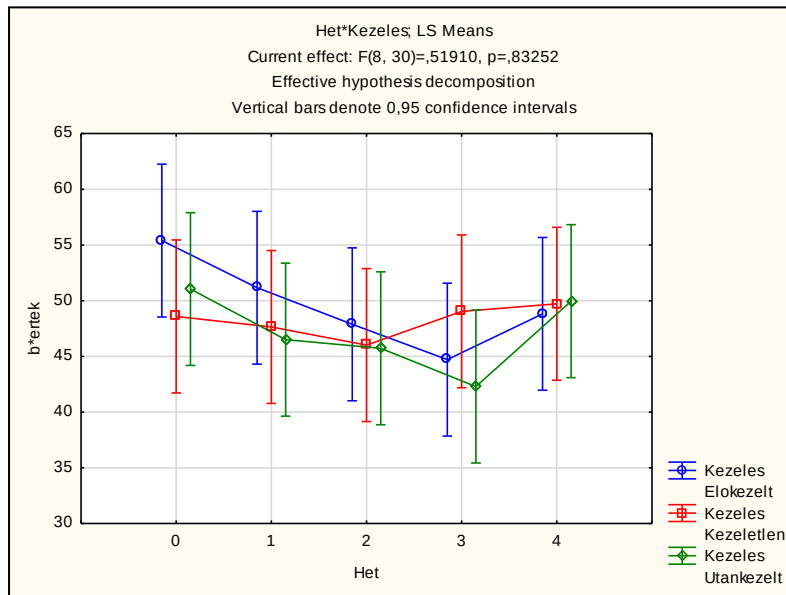
22. ábra a^* érték (farész) diagram (saját diagram)



23. ábra a^* érték (hancsrész) diagram (saját diagram)



24. ábra b^* érték (farész) diagram (saját diagram)



25. ábra b^* érték (háncsrész) diagram (saját diagram)

Ahogy a diagramokon látható nincsen az értékek között szignifikáns eltérés ($p < 0,05$) 4 hét eltelte után. Így megállapítható, hogy a sárgarépaszeletek nem veszítettek a színértékeikből. Ez köszönhető a vákuumcsomagolás által létrehozott oxigénhiánynak. De kijelenthető, hogy az UV-C fénnel való kezelés nincs káros hatással a színértékek változásaira.

6 ÖSSZEFOGLALÁS

Dolgozatomban a csomagolt sárgarépa eltarthatósági idejének megnövelését vizsgáltam. Két módszer együttes alkalmazásával igyekeztem ezt az időtartamot minél hosszabbra kitolni. Ez a két módszer, a vákuumcsomagolás, valamint az UV-C fényvel való kezelés volt.

A vákuumcsomagolás magában egy nagyon praktikus tartósítási eljárás, hiszen elzárja a környezettől az élelmiszereket, ezen felül pedig még az oxigént is elvonjuk a csomagolás folyamata alatt. Így egy oxigénmentes környezetet tudunk előállítani. Amelynek az előnye, hogy az egyes baktériumok, mikrobák szaporodása lelassul, de vannak olyan mikroorganizmusok is, amelyek oxigénhiány esetében elpusztulnak.

Az előbb említett baktériumok és mikrobák, (amelyek nem pusztulnak el oxigénhiány hatására), miatt tartottam szükségesnek egy második kezelési módszert beiktatni, amely az esetben az UV-C fény használata. Amely az életben maradó mikroorganizmusok genetikai anyagában halálos károkat tud okozni, a dózis függvényében. Vizsgálataimmal ezt próbáltam alátámasztani. 4 vizsgálati szempontot követtem, amelyek a szín-, állomány-, nedvességtartalom- és felületi csíraszámváltozás.

A nedvességtartalomnál az előkezeléses módszer volt a legmegfelelőbb, mert 4 hét elteltével az értékek között nem volt szignifikáns különbség ($p < 0,05$). Ezt követte az utókezeléses eljárás. A kezeletlen sárgarépaszeletek nedvességtartalma nőtt a legnagyobbra. Az értékek alapján kijelentem, hogy az UV-C fény jótékony hatással van a nedvességtartalom megtartására.

A mikrobiológia esetében is az előkezeléses eljárás volt a leghatékonyabb, viszont második helyre a kezeletlen minták kerültek. Végül az utókezelt minták csíraszama nőtt a legnagyobbra, a 4 hét alatt folyamatos növekedést produkáltak. Ezekből arra a következtetésre jutottam, hogy az UV-C fény nagy csíraölő hatással bír, valamint a vákuumfólia szerkezetére negatívan hat.

Az állománymérésnél három értéket vizsgáltam, ahol kettőnél, a keménységnél és gumisságnál csak az előkezelt minták 4 hetes értékei között nem volt szignifikáns különbség ($p < 0,05$). A harmadik vizsgálatnál, a rugalmasságnál egyik minta sem tért el szignifikánsan ($p < 0,05$) a kiindulási eredménytől. Ezen eredmények alapján bebizonyítottam, hogy az UV-C fény, ha közvetlenül találkozik a sárgarépával, akkor megakadályozza a keménységének és a gumisságának változásait.

A színmérésnél nem volt egyik esetben sem szignifikáns eltérés ($p < 0,05$) a kiindulási értékekhez képest, de ez az eredmény a vákuumcsomagolásnak köszönhető. Így ebben az

esetben azt tudtam megállapítani, hogy az UV-C fény nincsen káros hatással a színváltozásra. Az elvégzett kutatásaimnak eredményeként, kijelenthetem, hogy a vákuum csomagolás mellett előkezelésként alkalmazott UV-C kezelés nagyban hozzájárul a minőségmutatók megőrzéséhez. És mellette az eltarthatósági időt is nagyban meg tudja növelni a mikrobaölő hatása végett. Mellette szól még, hogy nem kell hosszú ideig alkalmazni, valamint helyigénye sem túl nagy, így ez egy gépsorba könnyen bevonható tartósítási módszerként tud szolgálni. Használata gazdaságos, hiszen csak az UV-C lámpa működését, valamint az alatta levő futószalag mozgását kell biztosítani.

7 IRODALOMJEGYZÉK

- Ahmad, T., Maria, C., & Qumer, I. (2019). Phytochemicals in *Daucus carota* and Their Health Benefits—Review Article. *foods*.
- Antal, T. (2014). A kombinált(konvektív előszárítás és fagyasztva utószárítás) vízelvonási eljárás szárítási- és végtermék fizikai jellemzőinek vizsgálata. *Nyíregyházi Főiskolai Műszaki és Agrártudományi Intézet, Jármű- és Mezőgazdasági Géptani Tanszék*. Nyíregyháza.
- Bene, S. (2022). XXVIII. Ifjúsági Tudományos. *Magyar Agrár-és Élettudományi Egyetem*, (old.: 213). Keszthely.
- Birton, B., & Gergely, A. (2021). Design and Implementation of a Vacuum Forming Machine. *Acta Materialia Transylvanica*, 75-78.
- Czvikovszky, T., Nagy, P., & Gaál, J. (2007). A polimertechnika alapjai. *Műegyetemi kiadó*, (old.: 54). Budapest.
- Csajbók, R., Hegedűs, N., & Gilingerné Pankotai, M. (2013). Frissen vágott zöldségfélék tárolhatóságának vizsgálata. *ÚJ DIÉTA: A MAGYAR DIETETIKUSOK LAPJA*, 6-7.
- Dobrzański. (2014). Ochrona Plantacji Chrzanu Przed Chwastami-Aktualne Możliwości Wyboru Herbicydów i Spodziewane Zmiany.
- dr. Balázs, S. (1994). *Zöldségtermesztők kézikönyve*. Budapest: Mezőgazda kiadó.
- Dr. Bíró, G. (1999). *Élelmiszer-higiéna*. Budapest: Agroinform Kiadó és Nyomda Kft.
- Dr. Molnár, P. (2013). *Karotinoidok és szteroidok*. Pécs: Pécsi Tudományegyetem.
- Dr. Princz, Z. (2008). *Kórokozók a növények körül*. Budapest: Nemzeti Szakképzési és Felnőttképzési Intézet.
- Engster, K. (1957-8). Die Entwicklung der Carotinoid-Chemie. *Helvetica Chimica Acta*.
- Fehér, L. (2000). VÁKUUMCSOMAGOLT TERMÉKEK MIKROFLÓRÁJÁNAK.
- Hraskó, I. (2011). *Sárgarépa szabadföldi termesztése és hajtatása*. Budapest: Mezőgazda Kiadó.
- James, R. B., & Cotton, C. (2008). *The Ultraviolet Disinfection Handbook*. American Water Works Association.
- Kaszab, T. (2013). SÁRGARÉPA (*Daucus carota* subsp. *sativus*) FIZIKAI ÉS.
- Kowalski, W. (2009). *Ultraviolet Germicidal Irradiation Handbook*. Springer.
- László, P. (2007). A DIREKTIVETÉSES ÉS BAKHÁTAS GAZDÁLKODÁSI RENDSZEREK *MAGYAR ÉLELMISZERKÖNYV* (27/2008, (XII. 30.) FVM rendelet. kötet). (dátum nélk.). *MAGYAR ÉLELMISZERKÖNYV* (2-601 számú irányelv. kiad.). (2016).
- Malinowski. (1987). *Anatomia Roślin: Podręcznik Dla Studentów Szkół Wyższych*. Varsó.

- Malomipari termékek* . (2019). Codex Alimentarius Hungaricus.
- Orosz, S. (2021). Az olajlen termesztés-technológiája és növényvédelme. *TECHNOLÓGIA*, 381-386.
- Szabó, B. (2023). Szerkezeti változások a gyümölcs és zöldségfogyasztásban. *Világpolitika és Közgazdaságtan*, 36-40. doi:10.14267/VILPOL2023.02.07
- Székely, G., Hajdu , I., & Láng, L. (2020). A fenntarthatóság szempontjai a zöldség. *Élelmiszer Tudomány Technológia LXVI. évf. 3. szám*.
- Takácsné Dr. Hajós, M. (2017). *Zöldségt termesztés 1*. Debrecen: Debreceni Egyetemi Kiadó.
- Takácsné dr. Hajós, M. (2020). *SZÁNTÓFÖLDI ZÖLDSÉGTERMESZTÉS*. Debrecen: Debreceni Egyetemi Kiadó.
- Tiwari Uma, & Cummins, E. (2013). Factors influencing levels of phytochemicals in selected fruit and vegetables during pre- and post-harvest food processing operations. *food research international*, 497.
- VH, H. (1983). KAPCSOLATOK ÉS FEJLŐDÉS A DAUCUS CAROTA KOMPLEXBEN. *Israel Journal of Plant Sciences*.
- Williams, A. (2009). *Environmental Life Cycle* . Powys, UK: Cranfield University and Natural Resources Management Centre.

KÖSZÖNETNYILVÁNÍTÁS

Ezúton szeretném megköszönni témavezetőmnek, Pappné Dr. Sziládi Katalinnak a rám fordított idejét és kitartó munkáját, ami nélkül nem születhetett volna meg ez a dolgozat. Köszönöm a Papp Testvérek Kft.-nek a kiváló nyersanyagot, amelyeken a kísérleteim el tudtam végezni. Továbbá köszönöm Szegedi Balázsnak az útmutatását, a segítő konzultációkat, a közös munkát, valamint a statisztika programmal kapcsolatos tanítását.