

1. Tartalomjegyzék

1. Tartalomjegyzék	1
2. Bevezetés	3
3. Irodalmi áttekintés	6
3.1. A FÚSZERPAPRIKA	6
3.1.1. A FÚSZERPAPRIKA NÖVÉNY	6
3.1.2. FONTOSABB IPARILAG TERMESZTETT FÚSZERPAPRIKA FAJTÁK	7
3.1.3. A PAPRIKA NÖVÉNY ÉLETTANI JELLEMZŐI	9
3.2. A FÚSZERPAPRIKA FELDOLGOZÁS	10
3.2.1. FÚSZERPAPRIKA FELDOLGOZÁS A FÉLTERMÉKIG	10
3.2.2. A FÚSZERPAPRIKA FELDOLGOZÁSA A FÉLTERMÉKTŐL AZ ŐRLEMÉNYIG	14
3.2.3. A FÚSZERPAPRIKA FELDOLGOZÁSA HÁZI KÖRÜLMÉNYEK KÖZÖTT	15
3.2.4. A FÚSZERPAPRIKA ŐRLEMÉNY MINŐSÉGI OSZTÁLYAI	15
3.3. A FÚSZERPAPRIKA GAZDASÁGI JELENTŐSÉGE	16
3.3.1. A 2004-ES FÚSZERPAPRIKA BOTRÁNY	16
3.3.2. AZ UTÓBBI ÉVEK FÚSZERPAPRIKA TERMESZTÉSE	17
3.4. A FÚSZERPAPRIKÁBAN ELŐFORDULÓ MIKROBIOLÓGIAI VESZÉLYEK ÉS KOCKÁZATI TÉNYEZŐK	20
3.4.1. A NYERS FÚSZERPAPRIKA ROMLÁSA	21
3.4.2. AZ ŐRLEMÉNY SZENNYEZETTSÉGE	21
3.4.2.1. A penészgombák	22
3.4.2.2. Aflatoxinok	23
3.4.2.3. Ochratoxinok	25
3.4.2.4. A penészgombák kimutatása	27
3.4.2.5. Az ergoszterin	27
3.4.2.6. Az élesztőgombák	29
3.4.2.7. A <i>Salmonella</i> nemzetség	30
3.4.2.8. A koliformok	31
3.4.2.9. A <i>Listeria</i> nemzetség	32
3.5. A BAKTÉRIUM SZAPORODÁSI MODELLEK - ELSŐDLEGES MODELLEK	32
4. Célkitűzés	38
5. Anyagok és módszerek	40
5.1. FÚSZERPAPRIKA MINTÁK	40
5.1.1. FÚSZERPAPRIKA NYOMON KÖVETÉSE SORÁN ALKALMAZOTT MINTÁK	41
5.1.2. FÚSZERPAPRIKA MOSÁS HATÉKONYSÁGÁNAK VIZSGÁLATA SORÁN ALKALMAZOTT MINTÁK	41
5.1.3. FÚSZERPAPRIKA FÉLTERMÉK MINTÁK	42
5.1.4. FÚSZERPAPRIKA ŐRLEMÉNY MINTÁK	42
5.1.5. GYÁRTÓSORON LÉVŐ TECHNOLÓGIAI SZENNYEZŐ ÉS A TECHNOLÓGIAI PONTOKON VETT MINTÁK	42
5.1.6. PENÉSZEK SZAPORODÁSÁNAK JELLEMZÉSE IN VIVO KÖRÜLMÉNYEK KÖZÖTT	42
5.1.7. PENÉSZEK SZAPORODÁSÁNAK NYOMON KÖVETÉSÉHEZ HASZNÁLT MINTÁK	43

5.2. MIKROBIOLÓGIAI MÓDSZEREK	43
5.3. FIZIKAI MÓDSZEREK – A VÍZAKTÍVITÁS MÉRÉSE	45
5.4. KÉMIAI MÓDSZEREK	45
5.4.1. ERGOSZTERIN MEGHATÁROZÁS	45
5.4.2 MIKOTOXIN MEGHATÁROZÁSOK	47
5.5. STATISZTIKAI MÓDSZEREK	50
6. Eredmények	51
<hr/>	
6.1. A FÚSZERPAPRIKA NYOMON KÖVETÉSE	51
6.2. A FÚSZERPAPRIKA MOSÁS EREDMÉNYE	60
6.3. A FÚSZERPAPRIKA FÉLTERMÉKEK VIZSGÁLATÁNAK EREDMÉNYEI	64
6.4. A FÚSZERPAPRIKA ÖRLEMÉNY MINTÁK EREDMÉNYEI	78
6.5. A GYÁRTÓSORON LÉVŐ TECHNOLÓGIAI SZENNYEZŐ MINTÁK VIZSGÁLATÁNAK EREDMÉNYEI	82
6.6. GYÁRTÓSORRÓL TECHNOLÓGIAI PONTOKON VETT MINTÁK EREDMÉNYEI	85
6.7. A PENÉSZEK SZAPORODÁSÁNAK ÉS A SZAPORODÁSI MODELLEK ALKALMAZHATÓSÁGÁNAK EREDMÉNYEI	92
6.8. A FÚSZERPAPRIKA PENÉSZ SZAPORODÁSÁNAK ÉS A SZAPORODÁSI MODELLEK ALKALMAZHATÓSÁGÁNAK EREDMÉNYEI	101
6.9. ÚJ TUDOMÁNYOS EREDMÉNYEK	107
7. Összefoglalás	108
<hr/>	
8. Summary	111
<hr/>	
9. Irodalomjegyzék	113
<hr/>	
10. Melléklet	122
<hr/>	

2. Bevezetés

A fűszerpaprika Magyarországon közel 300 éve házifűszer, több mint 150 éve belföldi kereskedelmi cikk és mintegy 100 éve keresett speciális exporttermék. Éppen ezért meglepő, hogy időről időre valamilyen élelmiszerbiztonsági probléma vetődik fel a fűszerpaprikával kapcsolatban hazánkban. Már az 1990-es években is volt élelmiszer-biztonsági kockázata az ólomtartalmú festék vagy éppen a belekevert téglapor miatt a fűszerpaprika fogyasztásának, azonban a 2004-es „fűszerpaprika botrány” kapta a legnagyobb visszhangot, feltehetően azért, mert külföldről érkezett bejelentés, az ügy lezárására a mai napig nem született jogerős ítélet a fellebbezések miatt. Az Állategészségügyi és Élelmiszerellenőrzési Hatóság közraktárakban végzett ellenőrzések során aflatoxin jelenlétét mutatta ki egyes Dél-Amerikából származó fűszerpaprika-szállítmányokban, több esetben a megengedett aflatoxin mennyiség 10-15-szörösét tartalmazták az őrlemények. Az áruházak polcairól kivétel nélkül levették a fűszerpaprika őrleményeket, sőt sok esetben még a fűszerpaprika őrleményt tartalmazó fűszerkeverékek is eltűntek a boltokból. A magyarországi gyártók és forgalmazók igen nehéz helyzetbe kerültek, mivel a fogyasztók elvesztették bizalmukat az iparilag előállított fűszerpaprika őrleményekben. A fekete illetve a szürkepiac a botrány hatására valószínűsíthetően még inkább virágzik, azonban erre csak következtetni lehet a forgalmazási adatokból.

A magyar konyha hagyományosan erősen fűszeres ételeket jelent, legnagyobb mennyiségben fűszerpaprikát, borsot és fokhagymát használ. A fűszerpaprika fogyasztása hazánkban a legnagyobb az egész világon. A fűszerpaprika használata ételekben egyet jelent a magyar konyha ételleivel. A legtöbb magyar fogásnak három követelménynek kell megfelelnie: legyen színe, illata és zamata. A szín kialakításáért a paprika a felelős: képes az erős pirostól az aranyárgáig a legváltozatosabb árnyalatokat biztosítani. Amerika felfedezése előtt a paprika ismeretlen volt Európában. A magyarok fűszerként csupán a napóleoni háborúk, a kontinentális zárlat után kezdték el használni, akkor is a szegény emberek: a borsot próbálták helyettesíteni vele. A paprika török közvetítéssel az 1500-as években került hozzánk, a népi neve is ebből az időből ered: törökbors, pogánybors. Több szólásmondás is kapcsolódik a paprikához így a „kicsi kell ebből, mint a jóféle paprikából” vagy a „kétszer szenved meg az ember, mint az erős paprikát”. A fűszerpaprika az elmúlt évszázadok során a magyar ételekben betöltött szerepénél és gazdasági jelentőségénél fogva egyre közelebb került a magyar emberekhez, összefonódott mindennapi életével, így igazi magyar növényé, terméké vált. Más iparágban, mint a gyógyszeripar, ugyancsak fontos szerepet tölt be magas C-vitamin és a színanyagban található béta-karotin tartalma miatt, emellett a csípős, erős

őrlemények kapszaicin tartalma elősegíti a zsírfelszívódást az emésztőszervek nyálkahártyájának izgatásával. Meg kell említeni Szent-Györgyi Albert biokémikus, orvos tudósunk nevét is, aki a paprikával végzett kutatásaiért, a C-vitamin kinyeréséért és előállításáért kapott Nobel-díjat 1937-ben.

A hazai fűszerpaprika-termelés több korszakból áll. Az első a XIX. század közepéig tartott, amikor is a feudális jellegű családi önellátás volt a jellemző. A második, az I. világháború kitöréséig tartó időszak, kifejezetten az árutermelésre szolgáló, szabadversenyessé váló vállalkozáson alapuló termelési forma. A második világháború végéig az állami szabályozáson alapuló termelési rend érvényesült. A II. világháború és a rendszerváltás között az őrlés és forgalmazás állami monopólium volt. A rendszerváltás után, napjainkban újra a piaci viszonyok érvényesülnek, a versenyen alapuló termesztés, feldolgozás és értékesítés a meghatározó, nagyvállalatok és kisebb vállalkozások versenyeznek a fogyasztókért ugyanakkor a feketegazdaság - házi fűszerpaprika termesztés, feldolgozás és értékesítés - is igen jelentős. A termelés nagyságát mindenkor a fűszerpaprika forgalmazásnak alakulása befolyásolja. A Kalocsa és Szeged környéki fűszerpaprika termesztési régiók kialakulásában és fejlődésében döntő szerepet játszottak a termesztési adottságok. A Szeged környéki tájkörzetbe Rösztke, Ásotthalom, Csengele, Kiskundorozsma, a Kalocsa környéki tájkörzetbe Kalocsa, Fajszt, Bástya, Miske, Bogyisztzó és Dusnok tartoznak. Az ország déli részén termesztett paprika vált keresettebbé jobb fűszerező hatása és nagyobb színezőképessége miatt. A világpiacon Magyarország fűszerpaprika-exportja közel 10%-kal, Németországban 30%-kal részesedik.

A növényi eredetű élelmiszerek által okozott megbetegedéseknek napjainkban egyre nagyobb jelentőségük van a megváltozott fogyasztási szokások miatt. A feldolgozás során az élelmiszerek biztonságát lépcsőről-lépcsőre a minőségbiztosítási rendszerek garantálják. Növényi eredetű élelmiszerek mikrobiológiai szennyeződése a növénytermesztés, a betakarítás, a szállítás, feldolgozás és a csomagolás során történhet. A mikrobák a növény felületén megtapadnak, elsősorban a sérült részeken és ott a jó tápanyag-ellátottság miatt szaporodnak. Az élelmiszerek biztonságát az alapanyagok eredeti szennyeződése és a feldolgozás során a termékkel érintkezésbe kerülő szennyező anyagok határozzák meg. Az eredeti fertőző forrás főleg a talajból és a felszíni vizekből származik. A talajban termesztett haszonnövények mikrobiális szennyezettsége éppen ezért a talajban lévő mikroorganizmusokra vezethető vissza. Ugyanakkor a feldolgozás során előforduló utószennyeződés sem elhanyagolható.

A prediktív mikrobiológia hagyományosan a romlást okozó és a patogén baktériumokkal foglalkozik, azonban a nem megfelelő módszerek a gombák szaporodásának megállapítására

a prediktív mikrobiológiával foglalkozó kutatók érdeklődését is felkeltette. A penész szennyezettség ugyanakkor az élelmiszerek egy csoportjánál súlyos probléma lehet elsősorban a toxintermelő penészek miatt. A mikotoxin termelő penészek szaporodásának modellezése napjaink egyik igen fontos élelmiszer mikrobiológiai kutatási területe.

A fűszerpaprika gyártás élelmiszerbiztonsági szempontból a mai napig nincs megfelelően rendezve, hiszen szinte minden évtizedben előkerül valamiféle „fűszerpaprika botrány”. Munkám során a fűszerpaprika feldolgozás teljes folyamata közben fellépő mikrobiológiai veszélyeket, a szennyeződések forrását vizsgáltam, valamint a fűszerpaprika fajtát, az utóérlelési módokat, a különböző fűszerpaprika feldolgozási technológiákat és a tárolási körülményeket a csíraszám változás szempontjából. A potenciálisan legnagyobb veszélyt jelentő penészszenyezettség kimutatására kerestem megfelelő módszert. A penész szaporodás jellemzésére megfelelő matematikai modellt kerestem in vivo és fűszerpaprikán történő penészszenyezettség esetén.

3. Irodalmi áttekintés

3.1. A fűszerpaprika

3.1.1. A fűszerpaprika növény

A fűszerpaprika (*Capsicum annuum* L.) a *Capsicum* nemzetségbe, a burgonyafélék (*Solanaceae*) családjába tartozó növényfajta. A *Capsicum* nemzetségbe számos faj és alfaj tartozik. Felhasználását tekintve 3 fontosabb csoportot érdemes megemlíteni.

- étkezési paprikák, melyeket főként étkezésre, valamint ipari célra termesztenek, ezeket zöld, sárga vagy érett piros állapotban takarítják be, dolgozzák fel;
- fűszerpaprikák, amelyek fő jellemzője a magas színanyag-tartalom, a jó őrlési kihozatal, változatos fűszerező hatás. A Magyarországon termesztett fajok mind hosszúkás alakúak, a *Capsicum annuum* var. *longum* formakörbe sorolhatók. A másik jellegzetes alak, a gömbölyded forma, a pimiento típus, amelyet főként a déli országokban termesztenek;
- egzotikus paprikák, általában apróbb, változatos alakú - és színű termések, amelyek nagy kapszaicin tartalommal rendelkeznek; ezeknek vannak étkezési és dísnövényként termesztett változataik is (Szenes, 1996).

A hazánkban termesztett fűszerpaprika egyéves lágyszárú növény, helyrevetéssel vagy palántázással termesztik. A helyrevetés kevesebb munkát igényel ugyan, azonban a paprikanövény silányabb lesz, mintha palántázással termesztették volna. A csíranövény főgyökérből, oldalgyökerekből, szik alatti szárrészből és két hosszúkás sziklevelel áll. Gyökérrendszere főgyökérből (állandó helyrevetés esetén) és azon kifejlődött oldalgyökérszétből áll. Palántázás esetén egyenrangú oldalgyökereket fejleszt. Helyrevetett paprikánál a gyökérszét 10-15 cm-rel mélyebben helyezkedik el, de a többség a talajfelszín közelében található. Hajtásrendszer szempontjából a hazánkban termesztett fűszerpaprika fajták alapvetően három csoportba sorolhatók

- A folytonos növekedésű fajtatípus, bogas elágazású. A főhajtás 15-20 cm magasságban elágazik, ez általában kettős bog, de előfordul többes bogas elágazás is. Az oldalágak a fejlődés során ismét elágaznak és kialakul a második bog. A harmadik elágazás csak ültetett állományokban fejleszt értékes termést.
- A féldeterminált növekedésű fajtatípus a főtenyely bogas elágazását követő második elágazáson rövid oldalágakat fejleszt. Az elágazásokban fejlődő virágok egyesével helyezkednek el. Az oldalágak virágfejlődéssel fejezik be növekedésüket.

- A determinált növekedésű (csokros) fajtatípus főtengele többes virágképzéssel fejezi be hosszanti növekedését. Kedvezőtlen fejlődési körülmények hatására a növény oldalhajtásokat fejleszthet, amelyeken a képződött virágok későn hoznak pirosra érett termést.

A fűszerpaprika levél ép szélű, nyeles hegyesedő, nyújtott ovális alakú. A levelek nagysága, állása és színe általában a fajtára jellemző. A virágok villákban fejlődnek ki, kétivarúak, 5-7 szirmúak és általában fehérek. A megtermékenyülés a kinyílt virágban már legtöbbször megtörtént. A virág önbeporzó, fakultatív (rovarok által közvetített) idegen beporzással is megtermékenyülhet. A fűszerpaprika bogyóstermésének valamennyi része - a kocsány kivételével – gazdasági szempontból jelentős. A bogyóstermés alkotórészei: terméscfal (külső, középső, belső) összenőtt termőlevelek, központi oszlop a magokkal, rekeszfalak (erezet), csésze, kocsány. A termés legfontosabb részét a terméscfal középső rétege (mezodermaréteg) képezi, melyben a fűszerpaprika színezőanyagai képződnek és raktározódnak. A legfontosabbak ezek közt a piros festékek: a kapszantin és a kapszorubin. Az erezen helyezkednek el a kapszaicint tartalmazó mirigyek, melyek a csípősséget okozó kapszaicint tartalmazzák. A csésze alakja, ízesülése a terméscfalhoz meghatározó fajtabélyeg. A kocsány alakja dönti el, hogy felálló vagy csüngő helyzetű-e a termés (Kapitány és Márkus, 2001). A mag sárgásfehér színű, sima felületű és lapított vese alakú. Az örlemény színét jelentősen befolyásolja az örleményben található mag mennyisége.

A fűszerpaprika penészedése, mint minden bogyós gyümölcsű növény esetén a rovarok által történő beporzáskor kezdődhet el. A penészes termést csak akkor lehet észrevenni, ha a termést felnyitjuk, hiszen maga a penész szaporodása a beporzás miatt a bibén kezdődik el a termés belsejében. Ugyanakkor a penész a széllel, esőcseppel, vagy akár más rovarokkal is rákerülhet a termés külső felületére és ott megfelelő körülmények közt el is szaporodhat. A penészedés ilyen esetekben kívülről kezdődik el, mely szemmel is jól látható.

3.1.2. Fontosabb iparilag termesztett fűszerpaprika fajták

Szegedi 20

Korai érésű fajta, termőképessége 15-20 t/ha. Palántázva és helyre vetve egyaránt sikerrel termesztendő, a szegedi tájörzet legelterjedtebb fajtája. Csüngő termésállású, csípősség nélküli folytonnövő fajta. Középmagas bokrú, tömött lombzatú, bogyója 10-12 cm hosszú, színe éretten sötétpiros. Festéktartalma utóérlelve 9-10 g/kg, szedéskor szárazanyag tartalma jó.

Mihálytelki

Folytonnövő, nem csípős, csüngő termésállású fajta. Bokra közép magas, lombzata sötétzöld, bogyóinak hossza 10-14 cm, termésfala sima, fényes felületű, enyhén hullámos. Utóérlelt termésének bőrfestéktartalma évjárártól és termőhelytől függően 7-8 g/kg, szárazanyag tartalma 18%. Viszonylagos alkalmazkodóképessége miatt kritikus évjáratokban is megfelelő mennyiségű és minőségű termést ad. Termése az átlagosnál jobban tárolható.

Napfény

Korai érésű, igen jó produktivitású, száraz termesztési mód mellett is kifejlődnek a fajtára jellemző átlagosnál nagyobb bogyók. Folytonnövő, nem csípős, csüngő termésállású fajta. Közép magas bokrú, leveleinek színe középzöld. Bogyója 10-14 cm hosszú a termésalapnál szélesebb, felszíne hullámos, éretten sötétpiros. Utóérlelt termésének bőrfestéktartalma évjárártól és termőhelytől függően 8-9 g/kg, vírusfertőzéssel szemben ellenálló.

Fesztivál

Folytonnövő, nem csípős, csüngő termésállású fajta. Bokra az átlagosnál alacsonyabb, finom hajtásrendszerű, levelei sötétzöldek. Termése kissé vállas, sima felületű, 10-12 cm hosszú, utóérlelt termésének bőrfestéktartalma nagyjából 8 g/kg. Általános betegségellenálló képessége jó, korán és koncentráltan érik, bőtermő.

Meteorit

Folytonnövő, nem csípős, csüngő termésállású fajta. Közép magas bokrú, leveleinek színe középzöld. Bogyóinak hossza 10-14 cm, termésének bőrfestéktartalma utóérlelve 8-10 g/kg. Rendkívül elterjedt fajta, az „Édes Anna” egyik fő összetevője.

Pimentón - A híres füstölt chili por

A híres füstölt paprika por, származási hely alapján, nemzetközi márka védjegyet élvez. Háromféle fajtát termesztnek, melyek háromféle Pimentónt adnak. Az enyhe (dulce, édes), a csípős (picante) és a közepesen csípős (agridulce). A paprikát nyírfa felett füstölik és a szárítás közben naponta átforgatják, míg az illat, íz és a szín megfelelő nem lesz. A szárított paprikát kőkeres malomban őrlik barnáspiros finom porrá és tipikus fémdobozba csomagolják, mely jól megőrzi az aromáját.

Köztudott, hogy Kolombusz második útján 1493-ban paprikát hozott magával Spanyolországba. Károly császár a spanyol trónt elhagyva egy kolostorba húzódott vissza. Itt ismerte és kedvelte meg a Pimentón-t, valamint ajánlotta nővérének Máriának, a magyar

királynénak. Ezen az úton juthatott Magyarországra a paprika. Más források azt állítják, hogy a törökök hozták be hozzánk és nem Spanyolországból érkezett. A spanyol konyha úttörő szerepe ellenére nem vált annyira csípőssé, mint a magyar, vagy az indiai.

Cayenne

A cayenne szó a Tupi indiánok 'kian' szavából érkezett feltehetőleg. Dél-Amerika északkeleti részén ez a neve a paprikának. Nevét próbálták eredeztetni Francia Guineából, a Cayenne folyótól a paprika alakja miatt, vagy az ország fővárosának nevéből, Cayenne. Portugálok vitték Európába, Afrikába és Ázsiába. A Cayenne egy *Capsicum annum* fajta, kis fa kinézetű, elágazó szárú növény. Magassága elérheti a 90 cm-t, szélessége pedig 60 cm-t. Az idősebb növények könnyedén hozhatnak akár 40 paprikát is. A Cayenne nagyon csípős, 300 - 50.000 Scoville egység között van a csípőssége. Általánosan termesztett Új-Mexikóban, Louisianában, Afrikában, Indiában, Japánban és Mexikóban. A termelés 75-85%-a az USA-ban van. Variációk: 'Charleston Hot' (nagyon csípős, nagy termésű), 'Hot Portugal' (nagy, 20 cm hosszú, közepesen csípős), 'Large Red Thick' (15 cm hosszú, nagyon csípős, redőzött), 'Long Red Slim' (15 cm hosszú, csípős), 'Ring of Fire' (10 cm hosszú, csípős), 'Super Cayenne' (hibrid, 9 cm hosszú, csípős). Sok gyógyászati alkalmazása ismert, a konyhában szárítva és porítva használják. A boltokban kapható paprika fajtára utal, egy általánosan elterjedt elnevezése a piros csípős paprikának.

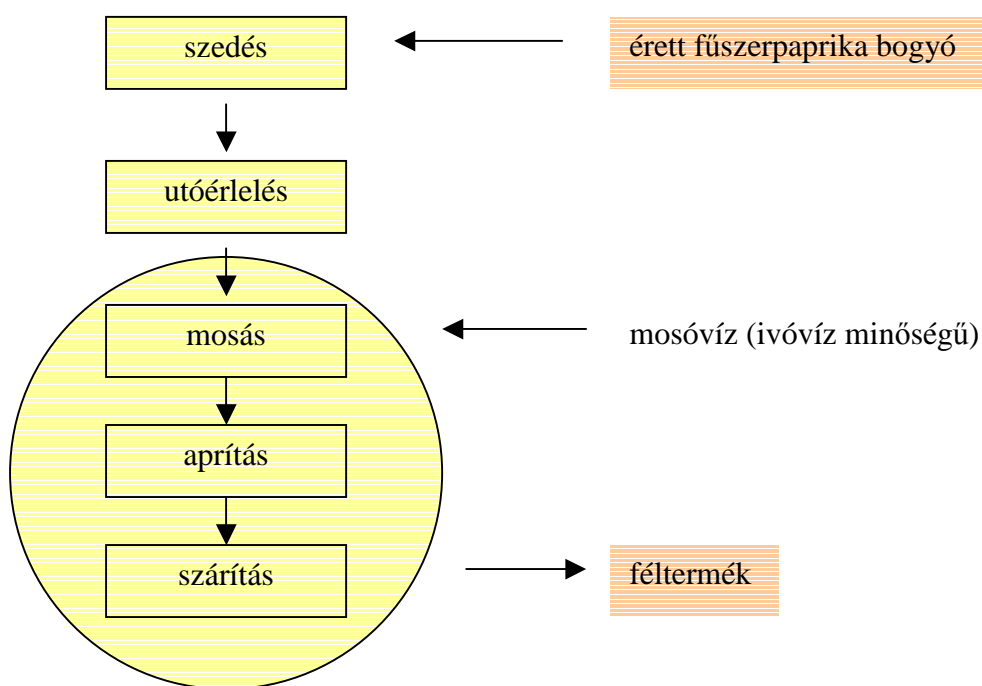
3.1.3. A paprika növény életteni jellemzői

- A hőmérséklet és a hőigény, mivel a fűszerpaprika őshazája a meleg éghajlati öv mentén elhelyezkedő területek, így érzékenyen reagál a hőmérsékleti változásokra, ingadozásokra. Hazánkban jellemzően azokon a tájakon terem meg biztonságosan, ahol a növény tenyészideje alatt elég magas és kevésbé ingadozó a középhőmérséklet.
- A fényigény szintén nagyon fontos a növény életében, ott terem meg, ahol a tenyészidőszakban a napsütéses órák száma legalább 1500 óra.
- A vízigény mint minden növény fejlődéséhez elengedhetetlen a víz jelenléte, de a fűszerpaprika nem kifejezetten vízigényes, ez függ a talaj minőségétől, tápanyagtartalmától is. Megfelelő öntözés hiányában a termés hozam ingadozása várható.
- A tápanyagigény különböző fejlődési fázisokban eltérő a növény tápanyagigénye, virágzáskor magas nitrogén, foszfor és káliumfelvétel jellemző, míg éréskor a magnézium felvétel a legmagasabb (Kapitány és Márkus, 2001).

3.2. A fűszerpaprika feldolgozás

3.2.1. Fűszerpaprika feldolgozás a féltermékig

A fűszerpaprika feldolgozás első szakasza a féltermékig tart, melynek három szakasza van: betakarítás, utóérlelés, nyersanyag előkészítés-szárítás (1. ábra). A kész félterméket a további feldolgozó-kapacitástól függően akár egy évig is tárolhatják (ipari körülmények között) szövött zsákokban.



1. ábra: A fűszerpaprika feldolgozás a féltermékig

3.2.1.1. Szedés

A szedés időpontját a paprika érettsége, az érett bogyók száma, a feldolgozó és a tárolókapacitás határozza meg. A fűszerpaprika betakarításának időpontja szeptember elejétől október végéig tart, amely függ a paprika fajtájától és termesztési módjától. A szedés száma függ a fűszerpaprika fajtától, mivel a determinált és a féldeterminált fajtáknál a koncentrált érés következtében egy illetve két, míg a folytonos növekedésű fajtáknál kettő vagy három szedési alkalom van.

Kis gazdaságokban a leggyakoribb betakarítási mód a kézi szedés, mely nagyon munka- és időigényes, azonban a legkisebb sérüléssel jár. Kézi szedés során csak az ép, sérülésmentes bogyókat takarítják be, így módon ez már egy válogatási lépcsőnek is megfelel. A csüngő

termésállású fajták szedése könnyebb, a felálló termésfajták szedése nehezebb a termések erős izesülése miatt.

Gépi betakarítás esetén rendkívül fontos az azonos termésérettségi szint, a zárt és egyenletes növényállomány kialakítása, az egyenletes talajfelszín és a jól beállított szedőgép. A jól beállított szedőgéppel minimális szedési veszteséget és minimális sérülést lehet elérni. A gépi betakarítás rendkívül nagy előnye a költséghatékonyság, mivel lényegesen kevesebbe kerül, mint a kézi szedés, és gyorsabb is.

3.2.1.2. Utóérlelés

A fűszerpaprika a szedés állapotában még nem érte el a megfelelő a beltartalmi tulajdonságokat, elsősorban a megfelelő festékanyagtartalmát, ezért szükséges utóérlelni. Ez olyan tárolási mód biztosítása, amely során a bogyókat nem érheti semmilyen minőségi romlás (rovar kártevő, mikrobiológiai romlás). A feldolgozás adottságait és idejét tekintve több tárolási illetve utóérlelési mód alkalmazható.

Füzéres tárolás

Az egyik legrégebbi utóérlelési módszer, melynek során a legkisebb romlási veszteség és a legjobb minőség érhető el. A házi fűszerpaprika örlemény előállításának a mai napig a legelterjedtebb utóérlelési módja. Szedés után a termést két-három napig szilárd padozaton 25-30 cm-es rétegvastagságban szikkasztják, majd zsinórra fűzik. A zsinórok végeit összekötik, majd felakasztják, így alakul ki a 200-250 cm hosszú füzér. A füzéreket ágasokon, füzértároló pajtákban és házereszek alatt 5-6 hétig utóérlelik. Ennek a módszernek nagy a munkaerőigénye, ezért manapság már csak magángazdaságokban alkalmazzák.

Zsákhálós tárolás

A füzéres tároláshoz képest kevesebb munkaerőt igényel. A nyers bogyókat ritka szövésű kb. 20 cm átmérőjű műanyag vagy textilhálóba töltik egy tölcserrel. A zsákhálókat füzerekhez hasonlóan tárolják öt-hat hétig. Ez a módszer a füzértároláshoz hasonló minőséget eredményez, kiváló minőségű, stabil örlemény-alapanyagot biztosít. A módszer jelenleg már csak kisüzemekben és magánházaknál elterjedt utóérlelési mód.

Ládás tárolás

Szedés után a bogyókat ritka lécezésű vagy műanyag ládáknak tárolják, a ládákat lazán illetve úgy helyezik el, hogy megfelelő szellőzése legyen a paprikáknak. A termék elhelyezése két-három hétig megoldott, de mikrobiológiai romlás nélkül tovább nem alkalmazható. Esős időszakban, mivel nem védi tető a ládákat, nagymérvű mikrobiológiai romlás (penészesedés) következhet be, mely káros a termék minőségére.

Raschel zsákos tárolás

A Raschel zsák ritka szövésű műanyag zsák, melyben az érett fűszerpaprika terméseket rövid ideig (néhány hét) lehet tárolni romlási veszteség nélkül. A zsákokat raklapokon egymásnak támasztva tárolják, így egy szabályos háromszögforma képződik a két zsák és a talaj vonalából, hogy minél jobb legyen a zsákok szellőzése. Ezt a módszert eredetileg csak átmeneti tárolásnak használhatják, azonban az ipari feldolgozás megnövekedett igénye miatt általánosan bevett gyakorlattá vált a teljes utóérlelési idő lerövidítése ezzel a módszerrel.

Ömlesztett prizmás tárolás

A módszer csak igen rövid ideig alkalmazható (néhány nap, betakarítási módtól függően) olyan helyen, ahol a gépi anyagmozgatás megoldott. Szilárd padozaton egy méter magasan vannak a prizmák felhalmozva ennél a tárolási módnál, a prizmák elhelyezését úgy kell megoldani, hogy a kupacok naponta át legyenek forgatva, megelőzve a mikrobiológiai romlást.

3.2.1.3. A nyersanyag előkészítés és szárítás

A feldolgozás alapvető kritériuma, hogy a piros paprika utóérlelt, egészséges bogyóit dolgozzuk fel, mivel csak ilyen alapanyagból állítható elő megfelelő minőségű termék. A válogatás elengedhetetlen, hiszen e művelet során távolítjuk el a beteg, romlott vagy zöld terméseket és egyéb szennyeződések (levél, szár), melyek a termék minőségét rontják. A válogatás a termék mennyiségétől függően történhet kézzel és válogatószalagon, szintén kézzel.

A fűszerpaprika az utóérlelés alatt és azt megelőzően is szennyeződhet, ezért azt mosással távolítjuk el a szárítás előtt. A mosást minden esetben ivóvíz minőségű vízzel kell elvégezni. Az ömlesztett mosást többféleképpen végzik:

- Kisüzem esetén folyamatos vízáram alatt levő tartályban végzik a mosást.
- Pneumatikus mosógépet alkalmaznak nagy mennyiség esetén nagyüzemekben. Tartályban úsztatják a bogyókat terelőlapátok segítségével, majd lukacsos szállítószalagon, mely fölött elhelyezett szóró fejeken kibocsátott vízszugárral a még megmaradt szennyeződések eltávolítják.

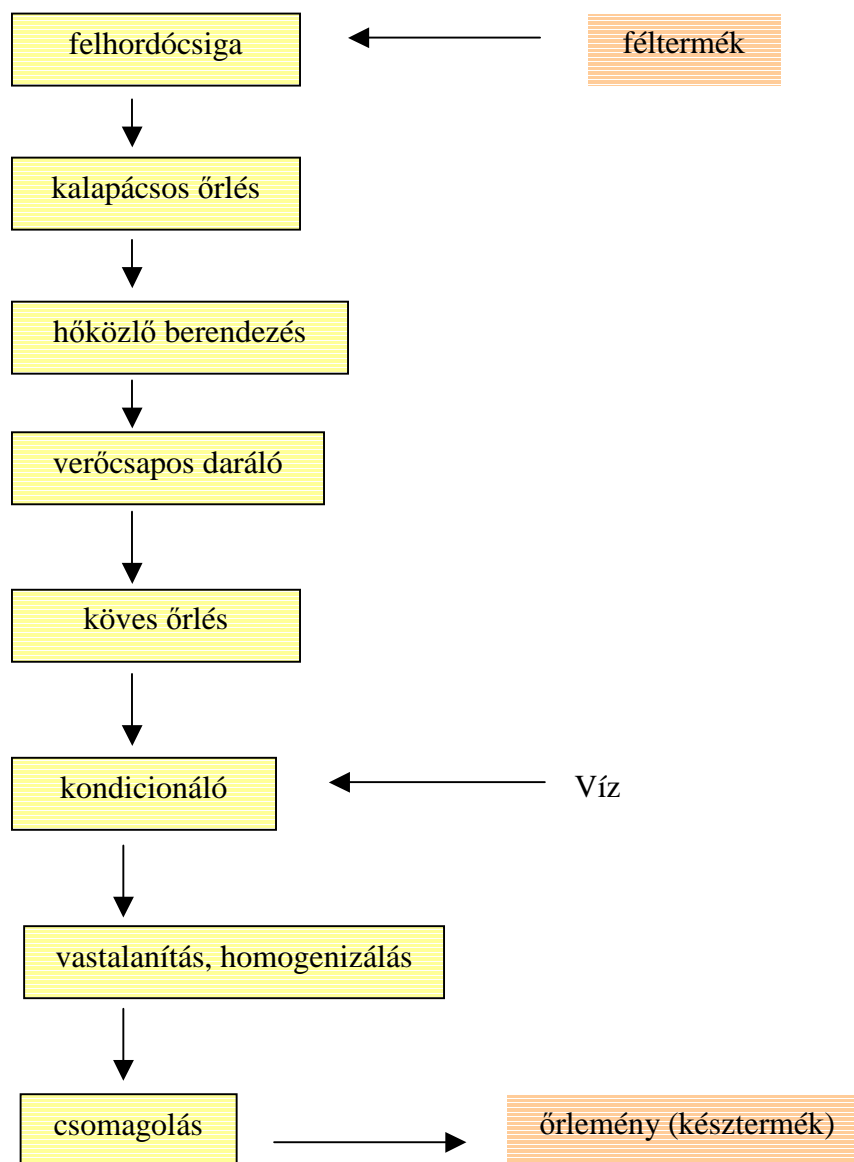
A mosás után a terméseket a tapadóvíz eltávolítása céljából perforált szállítószalagon továbbítják, majd aprítókésekkel két-három cm-es darabokra szeletelik, végül a szárítóba kerül a paprika.

Szárítás során a termés víztartalma 6-8 %-ra csökken, a kellően száraz termés könnyen roppan és jól őrölhető. A fűszerpaprikát kíméletesen kell szárítani, hogy beltartalmi értékeit, íz és aromaanyagait megőrizzük, valamint hogy színanyagai ne sérüljenek. Ipari méretben a szalagszáritók terjedtek el, melyekben általában egymás fölött helyezkedik el az öt végtelenített perforált acélszalag. A szalagok két-három méter szélesek és egymással ellentétes irányban mozognak, a mosott aprított paprikák a felső szállítószalagra kerülnek egyenes rétegvastagságban majd onnan haladnak az alsóbb szállítószalagokra, vagyis az anyag szalagról szalagra haladva szárad. A szárítás a szárítóberendezés termodinamikájával megfelelően optimalizálható (Ramnesh et al., 2001), a szárítás időtartalma négy-öt óra (Turhan és Turhan, 2007). A legmagasabb hőmérséklet (80-85 °C) a legfelső szállítószalagon van, a középső szalagokon 65-75 °C van, az alsó szalagokon 40-45 °C-on szárad a termés. Az alsó szalag végén hűtési szakasz megy végbe, majd a szárítóból kilépve a kész lehűlt félterméket azonnal szövet zsákokba csomagolják. A 90 °C feletti hőmérsékleten történő szárítás során a cukrok károsodása miatt nem kívánt barnulás, keserű íz és erőteljes karotinoid csökkenés következik be, mely hátrányosan befolyásolja a termék minőségét. Ha a termés nem kapja meg a megfelelő hőterhelést és nem elég száraz (túl nagy a víztartalma), akkor a félterméket nem lehet megfelelően őrölni.

Féltermék tárolásra száraz, hűvös, nedvességtől és fénytől jól szigetelt tárhelységek megfelelőek, melyek rágcsáló és rovarmentesek. Kisebb karotinoid veszteséggel történő tárolást hűtött körülmények között (2-6 °C) valósíthatunk meg.

3.2.2. A fűszerpaprika feldolgozása a félterméktől az őrleményig

A fűszerpaprika feldolgozása a félterméktől a késztermékig különböző őrési lépcsőkön megy át, valamint a termék kap még egy hőkezelést is, végül az őrleményt csomagolják (2. ábra).



2. ábra: A fűszerpaprika feldolgozása a félterméktől a késztermékig

Ipari gyártási körülmények között a feldolgozás ezen része teljesen zárt, csak a megfelelő minőségellenőrzési pontokon lehet a termék útját nyomon követni. A féltermék a felhordócsigán kerül a feldolgozószorra, ahol első lépésként kalapácsos darálóval durvára őrlik. Majd egy rövid ideig tartó hőközlés után (10 perc, 115 °C) a csapos darálón tovább finomítják a termék szemcseméretét, végül köves őrlelőn (2-5 db) a minőségi osztálynak

megfelelő szemcseméretűvé aprítják. A megfelelő szín elérése érdekében bepermetezett víz segítségével kondicionálják, pirosítják a terméket. Egy mágnes segítségével a kész őrleményt vastalanítják és homogenizálják, végül háztartási vagy ipari méretű csomagolóanyagba csomagolják a készterméket.

3.2.3. A fűszerpaprika feldolgozása házi körülmények között

A házi előállítású fűszerpaprika feldolgozása nagyban különbözik az ipari előállítástól. A feldolgozásra kerülő nyers fűszerpaprikát gondosan átválogatják, kiszedik a hibás bogyókat, növényi származványokat, idegen anyagokat (kő, faláda részek stb.). Házi feldolgozásnál ez kézi átválogatással történik. A fűszerpaprika a szüretkor kocsánnyal együtt kerül leszedésre. Maga a zöld szárrész nem tartalmaz fűszerező hasznos anyagokat, ezért ezt kézi munkaerő segítségével eltávolítják, ezt a műveletet nevezték csipedésnek. A csipedéssel egyben elvégezik a válogatást is, az idegen anyagokat és hibás bogyókat külön teszik. Az utóérlelési módokban nincs különbség, előszeretettel alkalmazzák a füzéres és a zsákhálós tárolást. A félterméket kisüzemi szárítóberendezésben, vagy rosszabb esetben füstölőben, kemencében készítik el. Így nem minden esetben biztosított a megfelelő hőmérséklet alkalmazása, ezért előfordulhat, hogy túlszárítják, úgymond megég a paprika. Ebben az esetben jellegzetes szín, illat és íz hibával számolhatunk, a paprika sötét színű, barna árnyalatú lesz, égett illatú és égett ízű. Az is előfordulhat, hogy a paprika nem lesz eléggé száraz, ilyenkor viszont gyakorlatilag örökhetetlen a féltermék. A félterméket kézzel mozsárban vagy egyéb edényben darabosra törik és megőrlik, majd nejlonzacskóba csomagolják. Az őrlés hatékonysága nem optimális, hiszen rosszabb minőségű őrlőkön őrlenek, mint az iparban.

3.2.4. A fűszerpaprika őrlemény minőségi osztályai

- Különleges minőségű őrlemény: homogén őrlésű, élénk tűzpiros, egyöntetű megjelenésű, édeskés, aromás.
- Csemege fűszerpaprika: homogén őrlésű, egyöntetű megjelenésű, pirosas színű, sárgásbarna árnyalattal, tiszta, enyhén csípős íz, jellegzetes fűszeres illattal.
- Édesnemes fűszerpaprika: homogén, olykor kissé mozaikos megjelenésű, sárgás, világos piros árnyalatú, enyhén fanyar, kissé csípős íz jellemzi.
- Rózsa fűszerpaprika őrlemény: homogén, kissé mozaikos megjelenésű, sárgásbarnás árnyalattal fakó piros szín jellemzi, jellegzetesen csípős az íze.

3.3. A fűszerpaprika gazdasági jelentősége

A fűszerpaprika jelentős kereskedelmi cikké vált, egyre nagyobb területeket vontak művelés alá, ez a XIX. század elején közel 4000 hektár, az 1970-es évek végén már 13 ezer hektáron folyt a termesztés. A termelés nagyságát befolyásolja a fűszerpaprika forgalmazásának állandó alakulása is. A világpiacon Magyarország fűszerpaprika-exportja közel 10%-kal, Németországban 30%-kal részesedik. A hazai fogyasztásra szánt, éves termésátlagtól függő, átlagosan közel 5000 tonna fűszerpaprika minimális részét a kozmetika és gyógyszeripar hasznosítja, döntő hányada, mintegy 90% pedig élelmiszerként kerül a háztartásokba. Az egy fő által elfogyasztott paprikaőrlemény évente fél kilogramm körül alakul, ami közel négyszeres mennyisége az átlagos európai fogyasztásnak.

3.3.1. A 2004-es fűszerpaprika botrány

Az Állategészségügyi és Élelmiszerellenőrzési Hatóság közraktárakban végzett ellenőrzések során aflatoxin jelenlétét mutatta ki egyes Dél-Amerikából származó fűszerpaprikaszállítmányokban. A vizsgálatot követően az ÁNTSZ (Állami Népegészségügyi és Tisztiorvosi szolgálat) a bolti forgalomban kapható paprikakészítményeket is vizsgálat alá vonta, melynek eredményéről 2004. október 26-án este az Egészségügyi Minisztériumot is tájékoztatta. A vizsgálat kimutatta, hogy egyes, itthon forgalmazott fűszerpaprika-termékek több esetben a megengedett aflatoxin mennyiség 10-15-szörösét tartalmazták.

(<http://www.fvm.hu/main.php?folderID=1495&articleID=5802&ctag=articlelist&iid=1>)

73 ellenőrzött tételből 12-ben mutatták ki az *Aspergillus* fajok által termelt mikotoxint, jóval a megengedhető határérték felett.

A lakosság maximális biztonságát szem előtt tartván a következő döntések születtek:

- A kormány valamennyi fűszerpaprika, illetőleg paprikatartalmú fűszerkeverék forgalmazását felfüggesztette.
- Az intézkedésnek megfelelően a 2004. október 28-i nyitásig a kereskedelmi egységek polcairól az érintett termékkört el kellett távolítani. A rendelkezés betartását az ÁNTSZ és a Fogyasztóvédelmi Főfelügyelőség ellenőrizte.
- A felmerülő lakossági kérdésekre az Egészségügyi Minisztérium kezelésében lévő dr.Info vonalán kaphattak választ az érdeklődők.

- Az ÁNTSZ folyamatosan ellenőrizte a kereskedelmi forgalomból kivont termékeket, majd a megfelelő eredményekkel rendelkezők folyamatosan visszakerülhettek a kereskedelmi forgalomba.
- Egyértelműen kijelentették, hogy a 2005. április 15. utáni minőség megőrzési dátummal rendelkező termékek aflatoxint a szigorú egészségügyi határértéket meghaladó mennyiségben biztosan nem tartalmazzák.
- Jó néhány társaság a fogyasztókat megtévesztve, külföldről származó alapanyagból készült terméket hazai terméként forgalmaztak, ezért a Fogyasztóvédelmi Felügyelőség és az ÁNTSZ eljárást kezdeményezett az érintett társaságok ellen.
- Az érintett termékek listáját közzé tették többek között az ÁNTSZ és az Egészségügyi Minisztérium honlapján.

A kormány intézkedett arról, hogy az Európai Unió élelmiszerbiztonsági hatósága (EFSA) az ilyen esetekben szokásos módon tájékoztatást kapjon a problémáról, illetve az intézkedésekről.

3.3.2. Az utóbbi évek fűszerpaprika termesztése

A legtöbb, akár csak néhány évvel ezelőtt készült irodalmi forrás, tanulmány axiómaként kezeli, hogy Magyarországon évente 8-10000 tonna fűszerpaprika örleményt állítanak elő az 5-7000 hektár termőterületről betakarított 50-60.000 tonna nyers fűszerpaprikából. (http://portal.ksh.hu/pls/ksh/docs/hun/xstadat/xstadat_eves/tab14_01_11ii.html). Alapesetben az export és a hazai fogyasztás szintjét egyaránt 5-5 ezer tonna körül említik a források. A helyzet azonban az elmúlt néhány évben jelentősen megváltozott.

1. táblázat: Fűszerpaprika-termesztés gazdasági paraméterei 2004-2008 között

Év	Fűszerpaprika				
	2004	2005	2006	2007	2008
Betakarított terület, hektár	5245	5649	4389	2243	1535
Betakarított termés, tonna	52377	49383	32633	13771	12121
Termésátlag, kg/hektár	9190	7950	7240	5760	7430
Felvásárlási átlagár Ft/kg	73,2	60,9	61,4	81,4	97,3
Behozatal, tonna	2082	810	1567	1710	2647
Kivitel, tonna	3442	2026	2768	2887	2670

forrás: (http://portal.ksh.hu/pls/ksh/docs/hun/xstadat/xstadat_eves/tab14_01_11ii.html)

A 2004-es botrány után a termőterület ugyan nőtt, de a kedvezőtlen időjárás miatt a termésátlag jelentősen elmaradt a megelőző évhez képest, és a felvásárlási átlagárak is közel 20%-kal voltak alacsonyabbak 2005-ben, és ez nem változott 2006-ban sem. A rossz termés és az alacsony felvásárlási ár után természetes, hogy sok termelő váltott, és 2006-ban nem foglalkozott a paprikával. Ennek eredményeként a fűszerpaprika termőterülete mintegy 1300 hektárral csökkent 2005-höz képest, a meglévő ültetvények az előző évinél is rosszabb termésátlagot produkáltak, és a felvásárlási árak növekedése még az infláció mértékét sem közelítette meg. A 2007-es évben drasztikusan csökkent a termelt mennyiség, mintegy a felére az előző évinek. A KSH adatsorait tanulmányozva megállapítható, hogy 1990-től 2006-ig volt ugyan több esztendő is, amikor a 2006-oshoz hasonlóan kevés fűszerpaprikát takarítottak be az országban, azonban a 2008-es évnél kevesebbet azonban a vizsgált időszakban még sosem. Elgondolkodtató, hogy ha a fűszerpaprika beszáradási arányát a veszteségekkel együtt elfogadjuk 1/6-nak, a hazai fogyasztást a szakértők becslései alapján 5000 tonna körülínek, akkor ilyen rossz termésű években (2006-2007) miként jutott egyáltalán exportra paprika, ráadásul közel 2800 tonna. Amennyiben elfogadjuk, hogy a magyar paprika elismert világsági ára még mindig magasabb 10%-kal a más országokban termelt paprikáknál, akkor a magyarázat a következő: a magyar paprikát inkább exportálják a feldolgozók a magasabb ár reményében, míg a hazai igényeket részben olcsóbb importból elégítik ki. Ugyanakkor nem mehetünk el mellett sem, hogy a 2005-ös évben lecsökkent import, a fűszerpaprika botránynak köszönhetően, a 2007-es évben már újra megközelítette a botrány előtti mennyiséget, sőt 2008-ban már meg is haladta. A helyzet azonban nem ennyire egyszerű.

A 2004. október 27-én kirobbant „aflatoxin botrány” kapcsán több tévhit és féligazság él a köztudatban. Ilyen például, hogy a paprikafeldolgozók behozzák az olcsó paprikát, majd azzal összekeverik a drága magyar paprikát, így növelve a nyereségüket. Másik féligazság, hogy azért kevernek import paprikát a hazaihoz, mert a magyar nem elég piros. Földrajzi okokból a napsütéses órák számában nem vetélkedhetünk a mediterrán vagy a latin-amerikai országokkal, márpedig a paprika pigment tartalma leginkább ettől függ. Nem ez volt az első eset, amikor a magyar elégedetlen volt a paprika színével és különféle fortélyokat vetett be, annak feljavítása érdekében. A '90-es években az import paprikával való keveréshez képest kezdetleges, és az egészségre egészen nyilvánvalóan káros módszerekkel próbálkoztak. Közhely számba ment az ólmozott paprika, mivel ólom tartalmú miniumfestéket keverték az örleményhez, más esetben pedig egyszerűen téglaport.

A Magyarországon termesztett fajták sem pigment tartalmukban, sem terméshozamukban, sem pedig szárazanyag-tartalmukban nem tudnak versenyre kelni a mediterrán országokban termesztett fajtákkal, és nem csak a klimatikus viszonyok miatt.

Nyugat-Európában már egy ideje bevett gyakorlatnak számított, hogy viszonylag olcsó magyar paprikát keverték a drágább, intenzívebb színű örleményekhez. A magyar paprika azért lett olcsóbb, mert a feldolgozók egyre inkább kezdték előnyben részesíteni az olcsó, élénkebb színű latin-amerikai importot, ezért a termelők kénytelenek voltak csökkenteni az áraikat. Ebből is látszik, hogy a feldolgozóknak csak a gazdasági haszon, és nem pedig a magyar paprika jó hírének ápolása a célja, ha ennek a hazai termelők ellehetetlenítése az eredménye, akkor is. A feldolgozók viszont látván, hogy nagy tételben áramlik külföldi feldolgozókhoz olcsón a magyar paprika, a nagyobb profit reményében arra az elhatározásra jutottak, hogy inkább nem adják a nagykereskedők kezébe a terményt, ha már egyszer kikényszerítették a termelőktől az alacsony árakat, hanem ők maguk kevernek hozzá import paprikát, ezáltal feljavítva a színét, és az árát.

A bonyodalmat fokozza, hogy az EU-ba belépő fűszerpaprika szinte szabadon juthat el a tagországokba, mivel nem tartozik a kötelezően ellenőrizendő termékek körébe. Amióta tagjai vagyunk az EU-nak, a spanyol paprika behozatala nem számít hagyományos értelemben vett importnak, és ami még nagyobb probléma, hogy sok esetben nem lehet tudni, vajon a spanyol paprika Spanyolországban termelt, vagy már oda is importként érkezett.

Összességében a paprika exportja önmagában nemzetgazdaságilag nem jelentős. Az exportértékesítés értéke jó években a 10-12 millió USD-t éri el. A kalocsai és szegedi márkanveink azonban pozitív megítélésnek örvendenek, és ezen keresztül befolyással vannak minden más kulináris exportcikkünkre, mint pl. a Pick szalámi, vagy a Piros Arany, tehát összességében a fűszerpaprikánk megítélése áttételekkel ugyan, de kihatással van számos más exportcikkünk megítélésére is. Jól felfogott nemzeti érdek a magyar paprika makulátlanságának védelme, ami egyre nehezebb feladat, hiszen nem először esett csorba a jó hírére, és nem biztos, hogy a piac megbocsát további botlásokat. A feldolgozók számára nagy kihívás, hogy az erős versenyben képesek-e a rövidtávú pénzügyi céljaik fölé helyezni egy hosszútávon stabilan jövedelmező üzletág jövőképét, és felfogni, hogy az ilyen jellegű botránnyokkal korántsem csak a saját hírnevüket tépázzák meg. A magyar paprika igenis jó minőségű, talán a klimatikus viszonyokból eredő hátrányait is kárpótolja az a tény, hogy mikrobiológiai, mikológiai szempontból biztonságos, nem jelent veszélyt a fogyasztókra. Nem véletlen, hogy az európai élelmiszerjog legelső és legfontosabb alapelve a fogyasztók egészségének védelme.

3.4. A fűszerpaprikában előforduló mikrobiológiai veszélyek és kockázati tényezők

Hazánkban főként a klimatikus viszonyoknak köszönhetően a növényt kevesebb káros hatás éri, mint őshazájában és a délebben fekvő európai paprikatermelő országokban. Amíg a fűszernövényből az őrlemény a háztartásokba, valamint az ipari félkész és kész élelmiszerekbe, húsipari termékébe kerül, számos olyan hatásnak van kitéve, melyek az esetleges szennyezések miatt a minőséget ronthatják, az egészséget károsíthatják (Kapitány és Márkus, 2001).

A fűszereket, mint szárítmányokat mikrobiológiai szempontból általában nem tartjuk romlékonyak, hiszen a mikrobák számára hasznosítható szabad víztartalmuk csekély, vízakтивitásuk kicsi, azonban mégis tartalmazhatnak olyan élő mikroorganizmusokat, melyek az élelmiszer romlásához vezethetnek, esetleg betegséget okozhatnak (Deák, 2006).

A fűszerpaprika őrlemény mikrobiológiai állapotát elsősorban a nyersanyag minősége befolyásolja, de az előkészítési és feldolgozási műveletek, a csomagolás, a tárolási mód, a közvetlenül a fogyasztásra való előkészítés is döntő tényező lehet.

A fűszerpaprika őrlemény tehát mikrobiológiai szempontból stabilnak tekinthető, víztartalma kisebb, mint 11 %, vízakтивitása kevesebb, mint 0,5, így a mikroorganizmusok nem képesek benne szaporodni (Deák, 2006). A fűszerpaprika őrleménynek vízakтивitása nagyban befolyásolja az őrlemény színét annak ellenére, hogy az őrleménynek igen alacsony a vízakтивitása. Ennek ellenére a termék mégis tartalmazhat élő mikroorganizmusokat. A paprikaőrlemény szennyező mikroflórájának döntő hányada a nyers fűszerpaprikából származik, a vízelvonásos tartósítást, a szárítást és a kedvezőtlen vízakтивitású viszonyokat jobban tűrő mikroorganizmusokból tevődik össze. Ezen mikroflóra összetételét és az élő organizmusok számát a műszaki és higiénés feltételek alakítják, határozzák meg, melyek:

- a feldolgozásra kerülő nyers fűszerpaprika mikrobiológiai állapota
- a szárítást megelőző technológiai műveletek hatása
- a csomagolás, tárolás körülményei
- a szennyező mikroflóra egyes fajainak túlélése, tűrőképessége a kis vízakтивitással és a szárítással szemben (Szenes, 1996).

A szárítmányok, fűszerek esetében a szennyező mikroflórát főként a száraz körülményeket jobban tűrő és túlélő Gram-pozitív baktériumok, valamint penészek alkotják. A Gram-pozitív baktériumok, kokkuszok és spóraképző pálcák, sejtfaluk összetétele és a sejten belüli ozmózis nyomás tekintetében jobban alkalmazkodnak a számukra szélsőséges körülményekhez, mint Gram-negatív társaik (Szenes, 1996).

3.4.1 A nyers fűszerpaprika romlása

A fűszerpaprika bogyó belső terméfalán, már a fejlődés viszonylag korai szakaszában kimutathatók a mikroorganizmusok. Az ép bogyótermések belsejében a termés csúcsán, a bibeszál beszáradása során felnyílik a termésüreg, és a hőmérsékletingadozás hatására a levegő ki és beáramlik, így a szálló porral penészgomba spórák és baktériumsejtek kerülhetnek be a termésüregbe. Szedés után a termés védekező mechanizmusa megszűnik, és ha a tárolási körülmények kedvezőek a mikroorganizmusok számára, nagy mennyiségben képesek elszaporodni a belső terméfalán, így olyan romlási folyamat kezdődik meg, mely minőségi és gazdasági károkat is egyaránt okozhat:

- a romlás következménye a szárazanyag tartalom nagymértékű csökkenése, emiatt az elvékonyodott terméfalból kevesebb őrlemény állítható elő, így a szárazanyag-veszteség akár 10-40% is lehet;
- a mikroorganizmusok anyagcseretermékeik révén íz, illathibákat okoznak;
- a romló fűszerpaprikában létrejött nagy mennyiségű mikroba sejtet tartalmazó mikroba asszociáció nem távolítható el technológiai úton, így az őrlemény mikrobiológiai minősége rossz;
- a romlott nyersanyag feldolgozási nehézséget okoz.

A sérült terméseken könnyebb a mikrobák megtapadása, hisz a sérülés ideális a biofilm kialakulásához, melyben számos mikroorganizmus képes megtapadni, majd elszaporodni, minőségromlást okozni, ezért fontos az ilyen kritikus egyedek kiválogatása, elválasztása az ép termésektől (Szenes, 1996).

3.4.2. Az őrlemény szennyezettsége

Az őrlemény mikrobiológiai tulajdonságait döntően a szárításra kerülő nyers fűszerpaprika belső terméfalának mikrobiológiai szennyezettsége határozza meg.

A penészesedés nagyjából a paprika bogyó termésüregében megy végbe, de a felületen is előfordul. A tárolás során kialakuló viszonylag nagy páratartalom, és a fűszerpaprika légzése során keletkező hőmennyiség is elősegíti a penészek szaporodását. A romlás előre haladtával az egyre nagyobb mennyiségű micélium és szaporítóképlet mosással már nem távolítható el. Az utóérés és tárolás alatt a fűszerpaprikában fellelhető penészek az *Aspergillus*, *Penicillium*, *Rhizopus*, és *Mucor-fajok*, melyek közül az egyes fajok mikotoxinjai jelentős kockázati tényezőként szolgálnak.

A baktériumok és élesztőgombák a minőség romlásán túl, csökkentik a szárazanyag-tartalmat és a színanyag mennyiségét. Különböző kezelésekkel próbálták csökkenteni a fűszerpaprika mikrobiális szennyezettségét, így rövid ideig tartó szárítással (Almela et al., 2002) és elektronsugárzással (Nieto-Sadoval et al., 2000), azonban mindegyik kísérlet esetében a kezelés jelntős színanyag veszteséggel járt. Az örleményben kimutatható baktériumok közül a legjelentősebbek a Gram-pozitív *Bacillusok*, mint a *B. subtilis*, *B. licheniformis*, *B. cereus*, a *Lactobacillusok*, a spórás klosztridiumok, mint a *Cl. perfringens*, *Cl. butyricum*, *Cl. sporogenes*, a *Micrococcus* és *Staphylococcus* nemzetség tagjai, jelentősek még a Gram-negatív aerob *Pseudomonasok* egyes fajai, valamint a közegészségügyi és higiéniai szempontból kiemelkedő fontosságú Gram-negatív fakultatív anaerob bélbaktériumok, mint pl. az *E. coli* (Szenes, 1996). Az örlemények szállítása során a penészek a kedvező klimatikus viszonyok miatt nagyon könnyen elszaporodhatnak, így veszélyeztetve a fogyasztók biztonságát (Bhat, 1988). Az örleményekben hűtött körülmények között is elszaporodhatnak az aflatoxint termelő fajok, abban az esetben, ha már eleve jelen volt a paprikán a penész (Ravi-kiran et al., 2005).

Az élelmiszerekben előforduló kórokozó mikroorganizmusok kétféle módon veszélyeztetik a fogyasztók egészségét. Az élelmiszerfertőzést okozó mikrobák a szervezetbe jutva a gyomor- és béltraktusban elszaporodnak és jellegzetes tünetekkel (fejfájás, hasmenés, hányás) járó megbetegedéseket váltanak ki. Élelmiszermérgezés esetén a megbetegedést a mikroorganizmus által az élelmiszerben termelt toxin okozza, a megbetegedések a toxinok szerint különbözök (Deák, 2006). Az élelmiszerfertőzést okozó mikroorganizmusok már kis számban is megbetegedést idéznek elő, míg az élelmiszermérgezés feltétele, hogy a mikrobák az élelmiszerben nagy számban ($>10^6/g$) szaporodjanak el. A magyar szóhasználatban összefoglalóan mindkét csoport által okozott megbetegedést „ételmérgezés” névvel jelöljük, függetlenül attól, hogy az intoxikáció vagy infekció (Biró, 1999).

3.4.2.1. A penészgombák

Hasonló tulajdonságú és megjelenésű gombák gyűjtőneve, melyek alakja, szaporodása, életmódja a legkülönbözőbb variációkat mutatja, hifafonalas szerkezetüket tekintve azonban megegyeznek. A penészgombák általában aerob, heterotróf szervezetek. A környezeti tényezők széles határai között képesek szaporodni. Igénylik az oxigén jelenlétét, a nedves környezetet, azonban sokuknak elegendő a szubsztrátum csupán néhány százalékos víztartalma is, így számos igen kis vízaktivitást elviselő fajt találunk, melyek a szélsőséges körülmények miatt, sokszor egyedüli versenyzőként képesek telepeket létrehozni. A

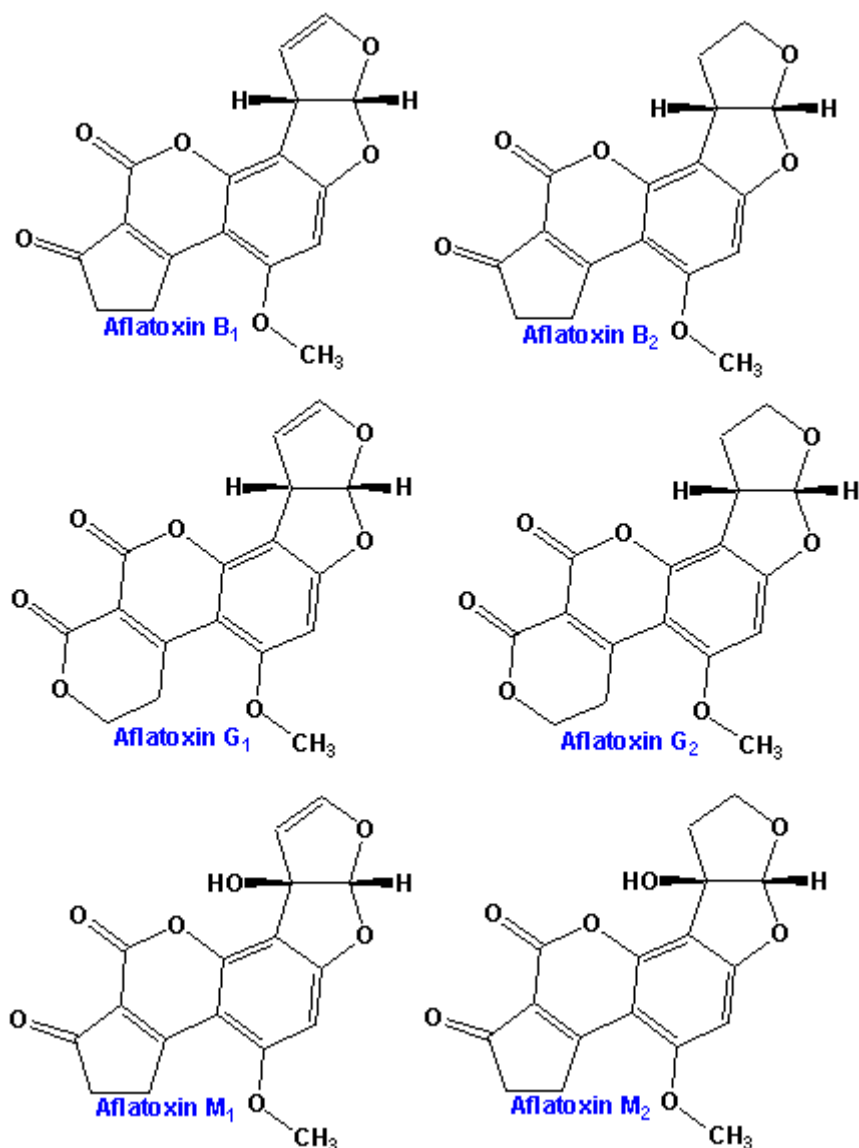
hőmérsékletet tekintve főként mezofilek, de jellemzőek a pszichotróf fajok is, melyek 0 °C körül is képesek szaporodni. Széles pH tartományban fellelhetők, némely fajok akár a 1,6- 9,3 pH határok között is (Deák, 2006). Anyagcsere- és élettani tulajdonságaik alapján alkalmasak a tárolt ipari nyersanyagok, gabonafélék, zöldségek, gyümölcsök, húsok, valamint a raktározott ipari termékek károsítására. Az élelmiszeripari problémák között legjelentősebbek közé tartozik a penészgombákkal való szennyezettség, valamint fokozott élelmiszerbiztonsági jelentőséget nyert a mikológiai minőség jobb biztosítása (Kiskó et al., 1998).

Az élelmiszerek, a fűszerpaprika, illetve a féltermék esetében is a legnagyobb kockázatot a mikotoxint termelő fajok jelentik, mivel a mikotoxinnal szennyezett élelmiszerek egyrészt közvetlenül súlyos klinikai tüneteket és elváltozásokat idézhetnek elő, másrészt lassan kialakuló hatásaik vannak. A mikotoxikózishoz igen kis mennyiségű mikotoxin elegendő (Bíró, 1999). A romlást okozó valamint a toxintermelő penészek ellen számos faj termel különböző anyagokat, mint antibiotikumok, szerves savak, enzimek, alkaloidok, melyeket különböző iparágak hasznosítanak, így jelentős gazdasági szerepük van. A fűszerekben, így a fűszerpaprika esetében azonban a penészek jelenléte nemkívánatos. A penészgombák spórái gyakorlatilag mindenhol jelen vannak a környezetben. Ahhoz hogy fertőzést okozzanak, mikotoxinokat termeljenek, általában extrém körülmények szükségesek, azonban a helyes termelési, tárolási, gyártási gyakorlatok betartásával, a penészek számára kedvező körülmények kizárásával a kockázat mértéke jelentősen csökkenthető. A toxinképzéshez szükséges minimális vízaktivitás 0,83. A nagyszámú létező gombatoxin közül a fűszerpaprikában egészségügyi és gazdasági problémát a 2004-es paprikabotrányból is már jól ismert aflatoxinok, valamint az ochratoxinok okozhatnak (Deák, 2006). Fűszerpaprikán javarészt *Fusarium* sp., *Aspergillus* sp. és *Penicillium* sp. fajok fordulnak elő (Horie, 1971; Karan et al., 2005). Más szerzők további fajok előfordulását is kimutatták paprikán, így szennyező penész lehet a *Cladosporium* sp., *Mucor* sp. és a *Phlebia* sp. fajok (Ruiz-Moyano, 2009).

3.4.2.2. Aflatoxinok

Az aflatoxinokat elsősorban az *Aspergillus flavus* és *Aspergillus parasiticus* fajok termelik. Kémiai szerkezetüket tekintve az aflatoxinok hőstabil furano-kumarin származékok. Legjelentősebbek közülük az aflatoxin B₁, B₂, G₁, G₂ (3. ábra), melyek nevüket a vékonyréteg kromatogramon UV fényben látható foltok színe alapján kapták, blau (kék) és grün (zöld). Az *A. flavus* B₁, B₂, az *A. parasiticus* B₁, B₂, G₁, G₂ toxint termelik. A növényi terményekben a

B₁, és G₁ toxinok fordulnak elő leggyakrabban és legnagyobb mennyiségben. Aflatoxin M₁ és M₂ (milk) a szennyezett takarmányt fogyasztó tehének tejében kiválasztódó hidroxilált metabolitok.



3. ábra: Az aflatoxinok szerkezeti képlete

Az *Aspergillus flavus* aflatoxin termelő törzsei a világon mindenhol megtalálhatóak, jelen vannak a talajban, a levegőben. Képesek megfertőzni a lábon álló gabonát, a raktári körülmények közt tárolt terményt, így bármely emberi fogyasztásra szánt gabonát és egyéb terményt. Az aflatoxinok erős mérgek: LD₅₀ értékük állatfajonként változóan 0,3-20 µg/ttkg (Kovács 2004). Akut toxikus hatásuk minden tanulmányozott állatfajban a máj nekrozisával jellemezhető, hosszabb expozíciós idő után kis dózisok fogyasztása esetén is májkárosító, genotoxikus és immunszuppresszív hatásúak. A mérgezést a sejtekben lejátszódó

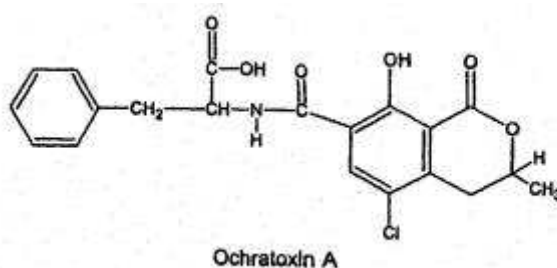
enzimműködés, valamint a fehérjeszintézis megzavarásával fejtik ki. Az IARC (International Agency for Research on Cancer) az aflatoxin-csoportot, valamint a B₁ típust humán rákkeltőnek minősítette (Zinedine et al., 2007 a). Epidemiológiai vizsgálatok valószínűsítik a táplálékkal bevitt aflatoxinoknak májrák előfordulását növelő hatását Afrikában, Indiában, Délkelet-Ázsiában (Bíró, 1999). Magyarországon a klimatikus viszonyoknak köszönhetően a hazai élelmiszerek esetében aflatoxin szennyezettséggel nem kell számolni. Folyamatos ellenőrzést igényelnek azonban az import élelmiszerek, főként az olajos magvak, gabonafélék, kukorica, rizs, szója, füge, és a fűszerek. Ennek megfelelően különböző tanulmányok is készülnek piacról beszerzett fűszerek, aroma és gyógynövények aflatoxin tartalmáról, mint pl. Romagnoli és munkatársai 2007 - ben, akik csak a fűszerekben találtak aflatoxin szennyeződést, a gyógynövényekben nem. A közvetlen emberi fogyasztásra vagy felhasználásra szánt áruk esetében földimogyoró, dió, mogyoró, szárított gyümölcs, szárított zöldség, gabonafélék, gabonaőrlemények esetén szigorúbb a határérték: 4 µg/kg összes aflatoxin, ill. 2 µg/kg aflatoxin B₁ (98/53/EC, 01/466/EC). A felhasználás előtt még válogatásra, tisztításra kerülő termékekben, a fűszerpaprikát is beleértve 5-8 µg/kg összes aflatoxin, illetve aflatoxin B₁ 10-15 µg/kg (02/472/EC). Fűszerpaprika esetén több esetben is találtak már a megengedett határértéket túllépő aflatoxin szennyezettséget (O’Riordan és Wilkinson, 2008; Romagnoli et al., 2006; Erdogan, 2004), a legmagasabb aflatoxin szennyezettségi érték 27 µg/kg volt. Összefüggést az aflatoxin szennyezettség és az *Aspergillus flavus* csíraszám között nem, míg az aflatoxin B₁ és az aflatoxin B₂ között pakisztáni chili paprikán találtak (Paterson, 2006).

Az egyre csökkenő határértékeknek megfelelően egyre kisebb kimutatási határral rendelkező módszerekre van szükség az aflatoxin azonosításában, mint a napjainkban használatos antigén-antitest reakción alapuló ELISA (Reddy et al., 2001) és a nagyhatékonyságú folyadék kromatográfiás módszerek.

3.4.2.3. Ochratoxinok

Az ochratoxinokat elsősorban az *Aspergillus* és *Penicillium* fajok termelik. Kémiai szerkezetüket tekintve β-fenilalaninhoz amidkötéssel kapcsolódó dihidro-izokumarin származékok. Legfontosabb képviselőjük az ochratoxin A, amely L-fenilalaninhoz peptidkötéssel kapcsolódó hidroxikumarin-karbonsav-származék (4. ábra), mely klóratomot tartalmaz, fehérjékhez kapcsolódva felhalmozódik a vesében, májban, izmokban, elsősorban vesekárosodást okoz. Főleg az *A. ochraceus* (Téren et al., 1996, Varga et al., 2003), a *Penicillium verrucosum* és a *Penicillium viridicatum* termeli (Pitt, 1987). Leggyakrabban és

legnagyobb mennyiségben a gabonafélékben és hüvelyesekben fordul elő, a hazai éghajlati körülmények között is termelődik (Szeitzné-Szabó és Kovács, 2007). Takarmány eredetű ochratoxikózis Magyarországon is jól ismert, főként a sertés és a baromfi érzékeny rá. Az emlős szervezetbe jutott toxin lassan ürül, felezési ideje igencsak változatos, 4-5800 óra. Az ochratoxin A (OTA) erősen toxikus anyag, vesekárosító, állatkísérletekben bizonyítottan rákkeltő, immunszuppresszív, teratogén anyag. Az IARC az emberre valószínűleg karcinogén 2B csoportba sorolja (Zinedine et al., 2007 b). Az ochratoxin A toxikológiai értékelését több nemzetközi szakértői bizottság is elvégezte (JECFA, Nordic Expert Group, European Commission's Scientific Committee for Food-SCF). A megállapított tolerálható napi bevitel értékek 1,2-14 ng/ttkg között váltakoznak. A magyar előírás nyerskávében 15 mg/kg, egyéb növényi élelmiszerekben és a pörkölt kávékban 10 mg/kg ochratoxin A jelenlétet enged meg (17/1999 EüM). A Codex Alimentarius és az EU határértékének kialakítása még egyeztetés alatt áll, várhatóan kisebb lesz a magyar határértéknél.



4. ábra: Az ochratoxin A szerkezeti képlete

Legnagyobb mértékben a gabonafélék és a belőlük készített termékek, a kávék, a disznóhús és vér, a hüvelyesek és a fűszerek, valamint a legújabb adatok szerint a bor és a szőlőlé járulnak hozzá a napi bevitel alakulásához. Az élelmiszerek ochratoxin A tartalmát világszerte ellenőrzik, főképp a folyamatos bevitel miatt, ami eredhet akár kenyérből is (Zinedine, et al., 2007 a). A paprikán előforduló ochratoxin A tartalmát szokás a paprikatermesztés helyével összefüggésbe hozni (Almela et al., 2007), azonban nem mindig lehet kitenyészteni a paprikáról izolált olyan törzset, mely OTA-t is termelne. Fűszerpaprikában (*Capsicum* spp.) több esetben is mértek 10 µg/kg feletti ochratoxin A szennyezettséget (Goryacheva et al., 2006), mely a hazai szabályozás megengedett határértéke. Az antigén-antitest reakción alapuló ELISA tesztek és a nagyhatékonyságú folyadékkromatográfiás (HPLC) eljárás mára már teljesen felváltotta a korábbiakban alkalmazott vékonyréteg kromatográfiás módszereket. A fűszerek megengedhető ochratoxin A tartalmára az Európai Unió nem állított fel határértéket (Commission Regulation EC No. 123/2005). Ez nagyon megnehezíti a magyar szakemberek dolgát, hiszen ami behozatalra került paprika az Európai Unióba, azt nem

ellenőrzik OTA-ra, viszont továbbadhatják más országoknak, mint pl. Magyarországnak uniós áruként. Az Európai Unión belül így már ellenőrzés nélkül mozoghat az áru és ezért forgalomba is kerülhet Magyarországon OTA-ra nem vizsgált paprika, ez az exportőrök és gyártók felelőségét hozza előtérbe.

3.4.2.4. A penészgombák kimutatása

A penészek kimutatására a hagyományos mikrobiológiai módszerek mellett, amikor különböző táptalajokat (Saburaud-dextrose agar, Chloramphenikol-glucose agar, Potato-dextrose agar) használunk, léteznek más módszerek is. Így a penészek kimutatását örökítőanyaguk segítségével éppúgy meghatározhatjuk, mint valamely anyagcseretermék, vagy akár gombasejt összetevő alapján.

Örökítőanyag kimutatása esetén nemcsak a penészgomba fajtát (PCR módszer), de mennyiségét (RT-PCR módszer) is ki lehet mutatni (Isayenkov et al., 2004). A penészgomba sejt összetevői esetén kitin (Ekbald és Näsholm 1996), vagy ergoszterin tartalom (Zill et al., 1988) határoznak meg HPLC technika segítségével. Az újabb módszerek közé tartozik a penészek anyagcseréjét mérő elektronikus orr használata (Karlshøj et al., 2007), ez azonban nem pontos és rendkívül drága módszer. A penészgombák anyagcseréjét a legpontosabban GC-MS módszerrel lehet nyomonkövetni, hiszen az illóanyagkomponensek mérése rendkívül egyszerű és gyors ezzel a módszerrel (Liu et al., 2008).

Az egyik legrégebbi módszer a penészgomba sejtfalában lévő ergoszterin tartalom meghatározása, különösen azokban az esetekben, amikor a penész biomassza mennyiségére vagyunk kíváncsiak, vagy olyan penészgombákat határozunk meg melyek hagyományos mikrobiológia módszerrel nem kimutathatók (nem tenyésztethők).

3.4.2.5. Az ergoszterin

Az ergoszterin a penészek fő szterol vegyülete, a sejt membránjában elsősorban szabad formában van jelen a foszfolipid kettős membránban és kis részben zsírsavhoz észterezett formában (Martin et al., 1990), mind a vegetatív sejtekben, mind a micéliumban és a spórákban is megtalálható (Hippelein és Rügamer., 2004, Newell et al., 1994). Egyéb élőlények, mint néhány mikroalga, bizonyos élesztők is tartalmaznak ergoszterint, másrésről magasabb rendű növények, néhány élesztő, üszöggombák nem képesek ergoszterint szintetizálni (Weete 1980). A penész sejtfalának struktúrájában és funkcionalitásában fő

szerepet játszik az ergoszterin: a membrán áteresztőképességében, a sejtnövekedésben és a kation forgalomban. Az ergoszterin tartalom a penészekben széles skálán mozog: 0,4- 42 ug/mg száraz penész súly (Marín et al, 2005).

A gombasejtek plazmamembránjának szterinkomponense eltér az emberi sejtektől, nevezetesen koleszterin helyett ergoszterint tartalmaz, ezért ezt a különbséget fel is használják a mikózisok terápiájában. Az első ilyen jellegű gyógyszerek a máig használatos ún. polién antibiotikumok (pl. amfotericin-B, nystatin) voltak, amelyek az ergoszterinhez kapcsolódva bizonyos kis molekulájú anyagokra (pl. ionok) nézve megváltoztatják a gombasejt membránjának permeabilitását, s ezáltal elpusztítják e sejteket. Ezek a gyógyszerek roppant hatásosak, csak hogy a terápiás indexük is nagyon nagy, súlyos mellékhatásaik (vesekárosítás, hemolízises anémia) lehetnek, amit az okozhat, hogy a koleszterinhez is kötődnek. Ennek ellenére a súlyos szisztémás mikózisok kezelésére más gyógyszerekkel a gyógyászat a mai napig alig rendelkezik. Az azolszármazékok (pl. klotrimazol, ketokonazol, flukonazol) gátolják az ergoszterin bioszintézisének egyes enzimeit. Ezeknek a kemoterapeutikumoknak sokkal kisebb a toxikusságuk (specifikusabbak az ergoszterinre), és ennek megfelelően a terápiás indexük is jobb, mint a poliéneknek. Az egyetlen probléma, hogy a mikózisok kórokozóinak elég jelentős hányada számára nem esszenciális az ergoszterin membránba építése, s ezért a terápia eredménytelen lesz azokkal ezekben az esetekben.

Az ergoszterin kinyeréstől függően az ergoszterin három kémiai formában van jelen a tenyészetekben és a környezeti mintákban (Davis és Lamar 1992):

- 1) szabad alkohol oldható ergoszterin,
- 2) totál neutrális ergoszterin (tartalmazza az oldható ergoszterilésztert), melyet az alkohol kinyerés szappanosítással nyerhetünk ki,
- 3) totál alkalikus ergoszterin (tartalmazza a kötött ergoszterilésztert), melyet szappanosítással és alkalikus alkohollal nyerünk ki.

Az ergoszterin mennyisége függ a kinyerési eljárástól, a penészfajtól, a penész izolátumtól, a páratartalomtól, a szubsztrát összetételtől, a tenyészet életkorától, a penész fejlettségi fokától és növekedési fázisától (Bjurman, 1994, Gilbert et al., 2002). Mindezek ellenére az ergoszterint sokan alkalmazták penész indikátorként különböző mintákból: talaj, mikorrhiza, vizes rendszerek, növényi részek rohadása, takarmányok, levegő, fal penészesedés (2. táblázat).

2. táblázat: Az ergoszterin tartalom használata penész indikátorként

Terület	Szerző	Év
Épület felület	Hippelein és Rügamer	2004
	Nielsen és Madsen	2000
Levegő	Larsson és Larsson	2001
	Lau et al.	2005
Élelmiszer (búzaliszt, almalé)	Kadalkal et al.	2005
	Abramson et al.	1998
Talaj	Montgomery et al.	2000
	Gong et al.	2001
	Larsen et al.	2004

A penészek ergoszterin tartalmát a penészek szaporodásának jellemzésére is használják azokban az esetekben, melyekben az élőcsíraszám meghatározás nehézkes vagy nem ad megfelelő értéket.

Az ergoszterin tartalom mérésének előnyei:

- Kvantitativ: rendkívül pontos módszer a penésztömeg meghatározására
- Specifikus: a gombák sejtfalában található, baktériumokban nem
- Tenyésztetetlen gombák kimutatására megfelelő módszer

Az ergoszterin tartalom mérésének hátrányai:

- Az élő és az élettelen gombák tömegét is mérjük
- Kémiai meghatározás esetén a minta feldolgozásra kerül, melyet már többet másra nem használhatunk
- HPLC – s meghatározás esetében drága módszer
- Kivonása bonyolult és nehéz

3.4.2.6. Az élesztőgombák

A filogenetikailag heterogén élesztők egyaránt tartoznak a tömlős, valamint bazidiumos gombák közé. A jól ismert gombafajok között jelentős mennyiségben fordulnak elő heterotróf aerob szervezetek, ugyanakkor jó nagy részük alkoholos erjedést végző fakultatív anaerob mikroorganizmus. Az erjesztés során a glikolízis szakaszban képződött piroszőlősav először acetaldehiddé dekarboxileződik, majd etil-alkohollá redukálódik, mindeközben másodlagos

termékek, mint glicerin, etil-acetát, diacetyl jönnek létre, melyek az erjesztett italok aromájának kialakításában játszanak szerepet. Az élesztők a természetben növényeken, talajban, állati szervezetekben fordulnak elő. Élelmiszerekben főként a cukortartalmú, valamint a baktériumok számára kedvezőtlen életteret biztosító termékekben fordulnak elő, melyek vízaktivitása és pH-ja is egyaránt kicsi. Gazdasági jelentőségük igen nagy, ugyanakkor jelentős kárt is képesek okozni az élelmiszerek romlásával. Kevés kórokozó fajuk ismert, emberi megbetegedést bőrön, belső szervekben okozhat, például a szájpenészt okozó *Candida albicans*.

Az élelmiszeriparban gyakorlati jelentőségük igen sokszínű, hiszen a mindennap fogyasztott kenyér- és pékáruk, az alkoholos italok, a kefir termékek természetes alkotóelemei. Ezek az élesztőgombák például a *Saccharomyces cerevisiae*, a *Candida tropicalis*, *Pichia jadinii*, *Kluyveromyces lactis*. Ugyanakkor élelmiszerromlást is okozhatnak többek között a gyümölcslevekben, üdítőitalokban a *Hanseniospora uvarum*, *Pichia kluyveri*, *Saccharomyces cerevisiae*, az alkoholos italokban, sörben és borban a *Dekkera anomala*, *Candida vini*, *Pichia membranifaciens*, húsok, húskészítmények esetén a *Debaryomyces hansenii*, *Yarrowia lipolytica*, savanyúságokban, sózott termékekben az *Issatchenkia orientalis*, *Debaryomyces hansenii* fajok (Deák, 2006). Az általam vizsgált termékben, a fűszerpaprika-őrleményben az élesztőgombák jelenléte élelmiszerbiztonsági szempontból nem veszélyezteti a termék minőségét, az ergosterin tartalmuk nem jelentős.

3.4.2.7. A *Salmonella* nemzetség

Gram-negatív, fakultatív anaerob, nem spórás, pálcika alakú baktérium, mely oxidáz negatív és kataláz pozitív, glükózból savakat termel. Az *Enterobacteriaceae* családba tartozik úgy, mint a koliformok, a *Shigella* és a *Proteus* nemzetség. A szalmonellák elsődleges élőhelye az állatok bélcsatornája, ahonnan az ürülékkel kerülhetnek más helyekre, a bélcsatornából kikerülve túlélőképessége nagy (Deák, 2006). Fertőzési forrást jelentenek a tünetmentes hordozók, melyek a baktériumokat nagy mennyiségben ürítik, valamint az állati eredetű takarmányok és a növényi eredetű élelmiszerek. Európa országokban gyakoriság tekintetében az első helyen állnak a *Salmonella* spp. által okozott ételfertőzések és ez a szám évről-évre növekszik. Az utóbbi évtizedekben világszerte változás következett be a megbetegedést okozó baktériumok szerotípusában. Korábban a leggyakrabban előforduló típusok *S. Infantis*, *S. Hador*, *S. Anatum* voltak, addig manapság a *S. Enteridis*, *S. Typhimorium* került gyakoriságban az első helyre.

A WHO az emberi szalmonellózist a lehető legkomplexebb zoonózisnak tartja, melynek felszámolása nem lehetséges, így a potenciális fertőzési veszéllyel meg kell tanulni együtt élni. A szalmonellózis a fertőzött élelmiszer elfogyasztása után 6-48 óra lappangási idő elteltével jelentkezik, heveny tünetekkel (láz, fejfájás, hasmenés, hányás) és a betegség általában 2-3 napig tart (Biró, 1999).

3.4.2.8. A koliformok

A bélbaktériumok közül azokat, amelyek a laktózt sav- és gázképzéssel bontják, koliform baktériumoknak nevezzük. A csoport tagjai az *Escherichia*, *Citrobacter*, *Hafnia*, *Enterobacter*, *Klebsiella*, *Serratia*, *Erwinia* fajok, de előfordulnak nem bélbaktériumok is. A koliformok a higiéniai szennyezettséget jelző indikátor mikroorganizmusok. A viszonylag friss fekáliás szennyeződés legjobb indikátora az *Escherichia coli*. Természetes élőhelye a gerinces állatok bélcsatornájának alsóbb szakasza, emlősöknél a vastagbél. Az *E. coli* Gram-negatív, kataláz pozitív, oxidáz negatív, fakultatív anaerob baktérium, adja a metil-vörös próbát. Fertőzőképességük alapján öt csoportba oszthatók (Biró, 1999):

- EPEC (enteropatogén) törzsek főleg a vékonybelet támadják meg, verotoxint termelnek,
- EIEC (invazív) törzsek „dysentéria-szerű” megbetegedést okoznak, a vastagbelet támadják meg,
- ETEC (enterotoxin termelő) törzsek „cholera-szerű” hasmenést okoznak, hatásukat a vékonybélben fejtik ki,
- EHEC (enterohaemoragiás) törzsek verotoxint termelnek, jellemző tünete a véres székletürítés,
- FEEC (fakultatív enteropatogén) törzsek csecsemőket, leromlott ellenállóképességű embereket támadnak meg.

Az EHEC csoportba tartozó *E. coli* O157:H7 szerotípusú törzs a legveszélyesebb, mivel a gyomron és a vékonybélen keresztüljutva megtelepszik a vastagbél falán és verotoxint („shiga-szerű” toxin – SLT) termel. A betegség lappangási ideje 3-9 nap, lefolyása egy hét, a betegek 5-10 %-a krónikus vesebetegségben, HUS-ban (hemolytic uremic syndrome) szenved (Biró, 1999).

3.4.2.9. A *Listeria* nemzetség

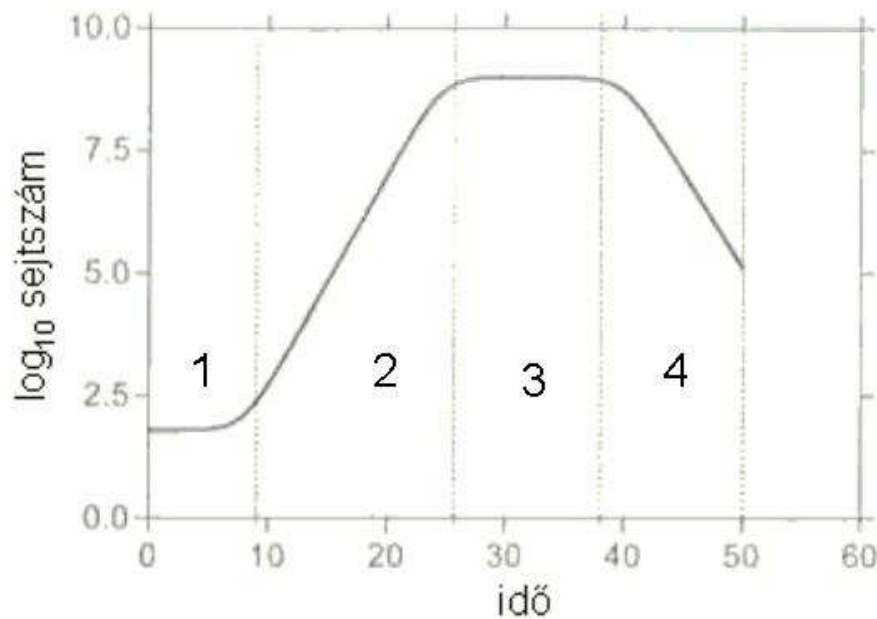
Aerob vagy fakultatív anaerob, pálcika alakú, nem spórás, kataláz pozitív, oxidáz negatív, Gram-pozitív baktériumok. Aerob körülmények között 4-45 °C-on képes a szaporodásra, tehát hűtési körülmények között is. Túlélésüket és szaporodásukat az élelmiszerben az élelmiszer tulajdonságai (pH, sókoncentráció, vízaktivitás, stb.) és a hőmérséklet befolyásolja. A család legfontosabb képviselője a *L. monocytogenes*, mely humán és állati patogén. Legfontosabb jellemzői, hogy széles pH tartományban (pH 4,5-9) életképes és a hűtési hőmérsékleten (-1-12 °C) szaporodik. Ezen tulajdonságai miatt az egyik legveszélyesebb patogén mikroorganizmus. Az embereknél a főbb megbetegedések: septicaemia, meningitis vagy meningo-encephalitis, de előfordul enyhébb influenzaszerű megbetegedés is (Biró, 1999).

3.5. A baktérium szaporodási modellek - elsődleges modellek

A baktériumok szaporodásának modelljét hagyományosan patogén és romlást okozó baktériumok szaporodásának jellemzésére alkalmazták. Az elsődleges modellek ötletét a baktériumok szaporodásának előrejelzése adta. A baktérium szaporodás elsődleges modelljének célja a mikroba növekedés kinetikájának leírása, annyi paraméterrel, amennyivel lehetséges.

A 4. ábra egy tipikus baktérium növekedési görbe, amelynek vízszintes tengelyén az idő, függőleges tengelyén a baktériumok száma szerepel 10-es alapú logaritmusban. A görbe több szakaszból áll:

1. Lag fázis: a baktériumok ebben a szakaszban szoknak hozzá a környezeti körülményekhez, és lassan elkezdődik a szaporodás
2. Exponenciális fázis: a lag fázis végére az adaptálódott sejtek szaporodásnak indulnak, és a sejtszám többszöröződik, a növekedés exponenciálissá válik
3. Stacioner fázis: a növekedés gyengül az elfogyó szénforrás, nitrogénforrás vagy a felhalmozódó (az anyagcserében termelődő) toxikus anyagok miatt
4. Pusztuló fázis: erre a fázisra a biotartalom energiataralékának elfogyása és a sejtek elhalála jellemző



4. ábra: A baktériumok szaporodási görbéje

A szaporodási görbe leírásához a szigmoid alakot használják a leggyakrabban, mivel ez a görbe mind a négy fázist tartalmazza, hasonlóan a mikroorganizmusok növekedési görbéjéhez. A leggyakrabban használt egyenletek a növekedés leírásához:

- a módosított logisztikus:

$$\log x(t) = A + \frac{C}{(1 + e^{(-B(t-M))})}$$

- a módosított Gompertz:

$$\log x(t) = A + C \exp(-\exp[-B(t-M)])$$

ahol $x(t)$ a sejtek száma az idő (t) függvényében, A az aszimptota sejtszám, ahol az idő (t) a nullához tart, C a különbség a legnagyobb és legkisebb aszimptota sejtszám között, B a relatív szaporodási sebesség M -nél és M az az időpont, ahol az abszolút szaporodási sebesség a legnagyobb (Gibson et al., 1987).

Az eredeti logisztikus és Gompertz egyenlet elméleti, ezért $x(t)$ -t használ, a logaritmus bevezetésére gyakorlati megfontolások vezettek és ezért nevezzük a fenti egyenleteket módosított egyenleteknek. A módosított Gompertz egyenlet paraméterei leírják a bakteriális növekedést (McMeekin et al., 1993):

$$e = 2.718\dots$$

$$t_{lag} = M - \left(\frac{1}{B}\right) + \frac{\log N(0) - A}{BC/e}$$

$$\mu = BC/e$$

$$t_{gen} = \log(2)e/BC = 0,8183/BC$$

ahol t_{lag} a lag fázis hossza, μ az exponenciális növekedési sebesség, t_{gen} a generációs idő. A lag szakasz hosszát többen másféleképpen vezetik le (Gibson et al, 1987; Buchanan et al 1989), bár ez a megközelítés nem annyira pontos, mint az előző:

$$t_{lag} = M - \frac{1}{B}$$

A jobb illeszkedés elérése érdekében a Gompertz modellt új paraméterekkel is leírták (Zwietering et al., 1990.; Willox et al., 1993):

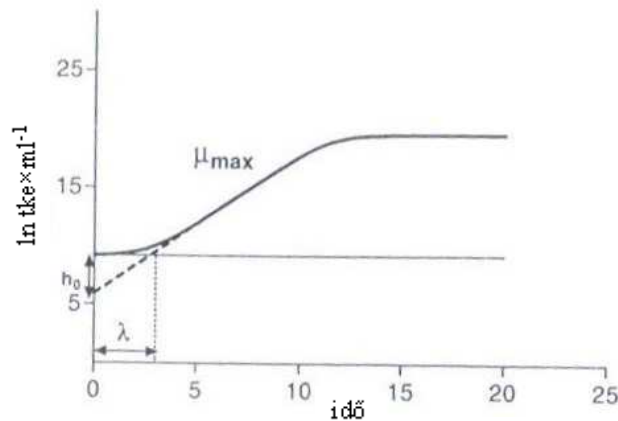
$$\log_{10} x = A + C \exp\left(-\exp\left(2,71\left(\frac{R_g}{C}\right)(\lambda - t) + 1\right)\right)$$

ahol $A = \log_{10} x_0 (\log_{10} t_{ke} \times \text{ml}^{-1})$, x_0 a kezdeti sejtszám, C az aszimptotikus növekedése a populáció sűrűségének ($\log_{10} t_{ke} \times \text{ml}^{-1}$), R_g a növekedési sebesség ($\log_{10} t_{ke} \times \text{óra}^{-1}$) és λ a lag fázis időtartama (óra).

A logisztikus egyenletet csak néhány esetben használták a mikrobanövekedés jellemzésére, főleg halak romlásának leírására (Dalgaard et al., 1997; Koutsoumanis et al., 2000) és penészek jellemzésére telepátmérő segítségével.

A Gompertz modell használata sokkal elterjedtebb, széles körűen alkalmazzák különböző mikroorganizmusok növekedésének jellemzésére (Gospavic et al., 2008; Buchanan et al., 1997).

Baranyi és munkatársai egy mechanikus modellel írták le a baktériumok növekedését (Baranyi et al., 1993; Baranyi et al., 1994). A modell szerint a lag fázis függ egy ismeretlen szubsztráttól q , ami szükséges a szaporodáshoz, valamint egyetlen sejtnak (is) alkalmazkodnia kell az új környezethez, a mikrobák addig szaporodnak amíg azt a tápanyagforrásuk lehetővé teszi.



5. ábra: A mikroba szaporodási görbe a Baranyi modell szerint

A Baranyai modell egyenlete a következő:

$$\frac{dx}{dt} = \frac{q(t)}{q(t)+1} \mu_{\max} \left(1 - \left(\frac{x(t)}{x_{\max}} \right)^m \right) x(t)$$

ahol x a sejtek száma t időpontban, μ_{\max} a maximális szaporodási sebesség, x_{\max} a maximális sejtsűrűség és $q(t)$ a limitált szubsztrát koncentrációja, ami időben a következőképp változik:

$$\frac{dq}{dt} = \mu_{\max} q(t)$$

A q kezdő mennyisége (q_0) a mikrobák kezdő fiziológiai állapotának mértéke. Egy megbízhatóbb képlettel kifejezve:

$$h_0 = \ln \left(1 + \frac{1}{q_0} \right) = \mu_{\max} \lambda$$

Az m együttható írja le a görbe alakját a stacioner fázis előtt. Ha $m=1$ akkor a görbe logisztikus görbe alakú lesz, ezt gyakran a modell egyszerűsítésére alkalmazzák. Így a végleges modellnek négy paramétere lesz (5. ábra): x_0 a kezdő sejtszám, h_0 , x_{\max} és μ_{\max} . A szaporodási sebesség a modell esetén mindig a legnagyobb a lag fázis vége és az állandósult fázis között és a nullához tart a lag és a stacioner fázis között. A lag fázis két szakaszból áll: az első szakasz (t_a) a baktériumok környezethez való alkalmazkodásának

időtartalma, a második szakasz (t_m) az az időtartam, ami a replikációhoz szükséges energiatermelés ideje. A lag fázis a következőképp írható le:

$$t_{lag} = t_a + t_m$$

Ez alapján a lineáris modellhez hasonlóan kifejezhető a generációs idő:

$$t_m = t_{gen} \quad \text{illetve}$$

$$t_a = t_{lag} - t_{gen}$$

A Baranyi modell lett a legelterjedtebb az 1990-es évek közepe óta, széles körűen alkalmazzák nemcsak a mikrobák szaporodásának jellemzésére, hanem mikroba szaporodás előrejelzésére is (Horváth et al., 2007).

A penészek növekedésének előrejelzésére sokáig lineáris illesztést használtak, hiszen a penészek szaporodási kinetikája eltér a baktériumok kinetikájától. A másik nagy probléma a penészek növekedésének nyomon követése, a penészek aktivitásának nyomonkövetése függ a céltól és a mérési módszertől (Li et al., 2007).

- Biomassza tömeg mérése: száraz biomassza tömegmérése vagy olyan specifikus penész komponens, mint az ergoszterin , ATP mennyiség, kitin mérése
- Szaporodási sebesség mérése: hypha képződés sebességének mérése, respiráció (légzés) mérése, hőtermelés mérése
- Biomarker mérése: penész termékek mérése, mint spóra vagy mikotoxin mérése

A Baranyi modellt használták már *Penicillium* (Valik et al., 1999) és *Aspergillus* esetén is (Gibson et al., 1994), a módosított Gompertz modellt és lineáris modellt is alkalmazták már *Penicillium*, *Aspergillus*, *Rhizopus* esetén (Marín et al., 2007). Az ergoszterin logaritmusát és négyzetgyökét is alkalmasnak találták már a penész szaporodás jellemzésére, főleg azokban az esetekben, amikor az ergoszterin tartalom mérések erősen szórtak, így ezt a hatást ki tudták kerülni (Marín et al., 2007). *Aspergillus niger* ATCC 24126 esetén Ng és munkatársai (2008) megfelelő illeszkedést ($r^2 = 0,9645$) találtak az ergoszterin tartalom és a penészek szaporodása között gabonaszemek és takarmányok esetén. A kísérlet során arra a következtetésre jutottak, hogy gyors műszeres ergoszterin tartalom meghatározása esetén a gabonákat minősíteni lehetne egy bizonyos ergoszterin koncentráció tartományban *Aspergillus niger* szennyezettség alapján. Ng és munkatársai (2008) csak egy *Aspergillus niger* törzset vizsgáltak, így ez a kijelentésük véleményem szerint nem kellően megalapozott.

Mindegyik módszernek megvan az előnye és a hátránya is, azonban ha jó módszert használunk, akkor nagyon pontosan nyomon tudjuk követni a penészek szaporodását. A penész szaporodás nyomon követésére a telep átmérő mérését, vagy valamely specifikus penész összetevőt mérését használják, így pl. az ergoszterin tartalom mérését is. Az ergoszterin tartalom mérése akkor célravezető, ha kvantitatív és penész specifikus módszert szeretnénk, hátránya azonban hogy a halott sejteket is mérjük, valamint destruktív, drága módszer és nem lehet folyamatosan nyomon követni a penész szaporodását.

4. Célkitűzés

A fűszerpaprika őrlemény előállításánál kialakuló élelmiszer-biztonsági kockázatok felmérése ezen belül az MSZ által megadott patogén (*E. coli*, *Salmonella*) baktériumok, valamint egyéb jelentős, fűszerekben előforduló mikroba-csoportok (összes élőcsíraszám, penész, élesztő, koliform-szám) vizsgálatát. Mivel a penész-szennyezettség kimutatására a hagyományos módszerek használata nem elegendő a gyártás közben kapott többszöri hőkezelés miatt, ezért kémiai módszerrel határoztam meg az ergoszterin tartalmat, összefüggést keresve a hagyományos mikrobiológiai módszerrel megállapított penész-szennyezettség és az ergoszterin tartalom között. Az összefüggésre paprika penészesítési vizsgálatokkal pontosabb képet kapni. A penész szennyezettséggel összefüggően mikotoxin meghatározást is végeztem, mivel összefüggést kerestem a penészszenyezettség és a mikotoxin tartalom között, ezért megvizsgáltam a fűszerpaprika féltermékek aflatoxin (B₁, B₂, G₁, G₂) és ochratoxin A tartalmát, melyek előfordulhatnak a vizsgált termékben.

A fűszerpaprika mikrobiológiai állapotának felmérését és nyomon követését a termesztéstől a végtermékig végeztem, néhány kiválasztott termékkel. A felmérést már a fűszerpaprika termék előállítás első lépcsőjétől, a termesztéstől kezdtem el vizsgálni, így a különböző fajták hatását, az utóérlelési módokat hasonlítottam össze mikrobiológiai szempontból. Az ipar által használt fajtákat hasonlítottam össze, melyeket a szegedi tájkerületben termesztettek, valamint az ipari utóérlelési módokat; a zsákos és a lédús utóérlelést. A paprikák mikrobiológiai állapotát a feldolgozás további lépcsőin is nyomon követtem, így szerettem volna választ kapni arra, hogy a fűszerpaprika mikrobiológiai állapotára milyen hatással van a szárítás és a féltermék tárolási módok közötti különbség, valamint a féltermék tárolás időtartama.

A technológia során alkalmazott mosás hatékonyságának meghatározását, illetve különböző mosási technikák alkalmazhatóságának vizsgálatát tűztem ki célomul. Éppen ezért az utóérlelt fűszerpaprika termék mosásának hatékonyságát vizsgáltam laboratóriumi és ipari körülmények között. Vizsgáltam a hagyományos, a klóros és az ecetsavas ipari mosás hatékonyságát.

Az őrlemény mikrobiológiai állapotát nagyban befolyásolja a féltermék minősége, ezért 60 db félterméket vizsgáltam mikrobiológiai szempontokat figyelembe véve, így meghatároztam a mikrobiológiai szennyezettséget hagyományos módszerrel, a penésztartalmat és az esetlegesen előforduló mikotoxinokat kémiai módszerrel. A hagyományos módszerrel megállapított és a kémiai módszerrel megállapított penésztartalom között kerestem összefüggést a féltermékekben. A penészszelektív modelljét tűztem ki

célomul különböző eredetű fűszerpaprika féltermék örleményeken, valamint különböző szaporodási modellek alkalmazhatóságát vizsgáltam. Összefüggést kerestem in vivo körülmények között a paprika eredeti penészflórájának változását nyomon követve a penészsám és az ergoszterin tartalom között.

Szerettem volna összehasonlítani a különböző évjáratokat minden általam fontosnak talált mikroorganizmusra, a mikotoxinokra, és a vízaktivitás értékek meghatározásával választ kapni arra a kérdésre, hogy a féltermékek tárolása alatt előfordulhat-e mikrobaszaporodás.

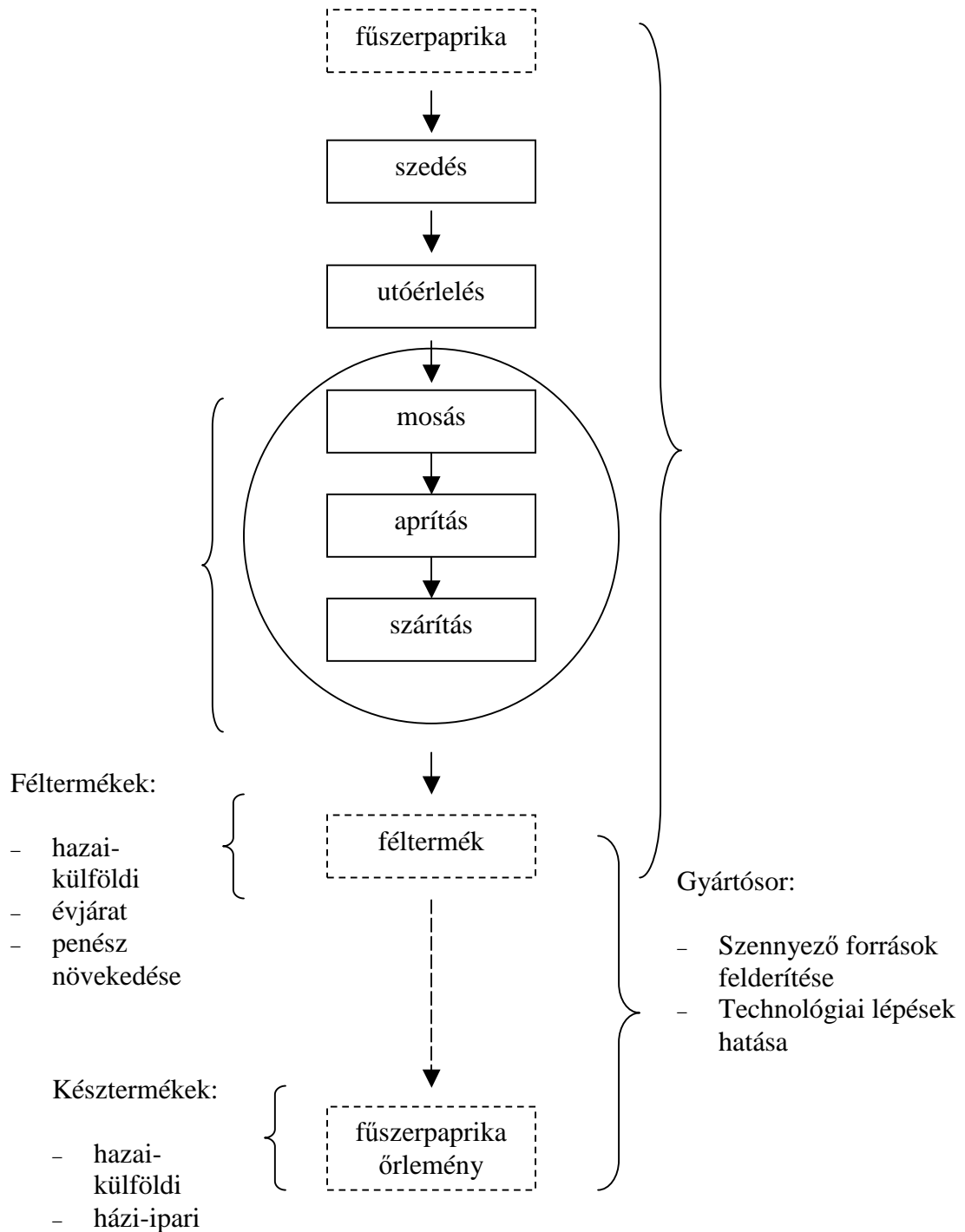
Az ipari gyártás során az esetleges szennyező forrásokat kerestem, illetve nyomon követtem a mikrobiális állapot változását a gyártási folyamat során a fontos gyártási pontokon, ahol mintát lehetett venni a félterméktől a késztermékig. Végül különböző örlemények élelmiszerbiztonsági kockázatát hasonlítottam össze, mind hazai ipari és házi paprika örleményeknél, mind külföldi örleményeknél.

Elsődleges célom tehát a magyar fűszerpaprika örlemények élelmiszer-biztonsági kockázatának teljes körű felmérése volt és az ehhez kapcsolódó fűszerpaprika termékek vizsgálata. Az örlemény előállítás folyamatát egészen a termőföldtől a kész örleményig követtem nyomon, ennek során nyers fűszerpaprikát és a gyártás különböző lépéseit vizsgáltam mikrobiológiai szempontból.

Másodlagos célom volt a különböző penész fajok szaporodásnak modellezése, a különböző környezeti tényezők hatásának vizsgálata a penész in vivo növekedésre. A penész növekedését legjobban leíró matematikai modell megtalálása (lag fázis, szaporodási sebesség). Valamint mesterséges befertőzéssel a penész szaporodás jellemzése fűszerpaprikán in vitro laboratóriumi körülmények között.

5. Anyagok és módszerek

5.1. Fűszerpaprika minták



6. ábra: A mintavétel szempontjai

A fűszerpaprika gyártás teljes folyamatát követtem nyomon (6. ábra), így vizsgáltam nyersanyagot, fél- és készterméket, valamint a gyártás különböző lépcsőfokain előforduló mintákat. Kísérleteim során a mikrobiológiai vizsgálatok esetében három párhuzamos mintát alkalmaztam minden mintából, a leoltást két párhuzamosban minden esetben 10 g-ból, a *Salmonella* sp. és a *Listeria* sp. vizsgálatokat 25 g mintából végeztem el. Az ergoszterin tartalom meghatározását 2,5 g mintából, míg a mikotoxin meghatározásokat 50 g mintából két párhuzamosban végeztem el minden esetben. A kísérletsorozatot egy GAK pályázat keretei között készítettem, melyben a mikrobiológiai vizsgálatokat én, a technológiai feltételeket egy vállalat biztosította, míg a színméréseket a Campden és Chorleywood Kht végezte.

5.1.1. Fűszerpaprika nyomon követése során alkalmazott minták

A mikrobiális szennyezettség nyomon követése során három, jellegzetesen az ipari természetben alkalmazott fűszerpaprika fajtát vizsgáltam a 2007-es termesztési időszakban. Ezek a következők voltak: Fesztivál, Napfény, Meteor. Az utóérlelés során vizsgált mikroorganizmusok és mikrobacsoportok: mezofil összes aerob élőcsíra, penészek, élesztők, koliformok, *Escherichia coli*, a féltermékek esetén még a spóraszámot is vizsgáltam, annak megállapítására, hogy a szárítás miatt az összes élőcsíraszám és a spóraszám között milyen összefüggés van.

5.1.2. Fűszerpaprika mosás hatékonyságának vizsgálata során alkalmazott minták

A laboratóriumi kísérlethez Dorozsmáról származó, míg az üzemi kísérlethez Üllésről és Martonosról származó fűszerpaprikát használtam. Minden kísérletet három párhuzamos vizsgálattal, a mikrobiológiai vizsgálatokat két párhuzamosban végeztem el. A laboratóriumi kísérlet során a vizsgált mikroorganizmusok: összes aerob élőcsíraszám és spóraszám, melynek változását követtem nyomon a mosás előtt és után. A 2007-es üzemi mosás hatékonyságának vizsgálata során a mezofil összes élőcsíraszámot, a penész – és élesztő számát határoztam meg

5.1.3. Fűszerpaprika féltermék minták

A fűszerpaprika mikrobiális szennyezettségének felmérésére 60 db fűszerpaprika félterméket vizsgáltam meg (melléklet 1. táblázat), melyeket kistermelőtől, szövetkezetből és nagyvállalattól szereztem be. A mikrobiológiai vizsgálatokat és a kémiai vizsgálatokat két, a fizikai paramétereket három párhuzamos mérésből állapítottam meg.

5.1.4. Fűszerpaprika őrlemény minták

Összesen 14 házi és 7 kereskedelmi fűszerpaprika őrleményt hasonlítottam össze mikrobiológiai szempontból. A mintákból mértem az ergoszterin, az ochratoxin-A, az aflatoxin B₁, B₂, G₁, G₂ tartalmát, valamint a következő mikroorganizmusokat és mikrobacsoportokat: mezofil összes aerob élőcsíra, penészek, élesztők, koliformok, *Escherichia coli*.

5.1.5. Gyártósoron lévő technológiai szennyező és a technológiai pontokon vett minták

A gyártói soron a fontosabb helyekről három alkalommal vettem a gyár szakembereinek segítségével pangó paprika mintákat. A mintákból a következő mikroorganizmusokat és mikrobacsoportokat: mezofil összes aerob élőcsíra, mezofil aerob spóra, penészek, élesztők, koliformok, *Escherichia coli*, *Salmonella sp.*, *Listeria monocytogenes*, valamint a vízaktivitást határoztam meg.

A technológiai minták esetében a csíraszám változást követtem nyomon három különböző időpontban a félterméktől a készterméig minden időpontban kétszer vettem mintát: először a műszak elején, másodjára a műszak végén. A mintákból a következő mikroorganizmusokat és mikrobacsoportokat: mezofil összes aerob élőcsíra, mezofil aerob spóra, penészek, élesztők, koliformok, *Escherichia coli*, *Salmonella sp.*, *Listeria monocytogenes*, valamint a vízaktivitást határoztam meg.

5.1.6. Penészek szaporodásának jellemzése in vivo körülmények között

A talajban és így a fűszerpaprikán is az egyik leggyakrabban előforduló és könnyen tenyészthető *Penicillium* a *P. vermiculosum*, az *Aspergillus niger* a környezetben (talaj, levegő) leggyakrabban előforduló másik penészfaj. A két különböző penészgomba

szaporodásának jellemzésére a penészeket maláta agaron (pH 7) két (0,98 és 0,90) vízaktivitás esetén, öt különböző hőmérsékleten (10, 15, 25, 30, 37 °C) szaporítottam három párhuzamos kísérletben.

5.1.7. Penészek szaporodásának nyomon követéséhez használt minták

A kísérlet három hétig tartott, aminek során két hazai és egy külföldi fűszerpaprika félterméket laboratóriumi körülmények között hagytam önmagától megpenészedni. A kísérlet során minden héten megállapítottam a féltermék penész számát és ergoszterin tartalmát három párhuzamosból.

5.2. Mikrobiológiai módszerek

Hagyományos élelmiszer mikrobiológiai módszereket alkalmaztam, betartva a vonatkozó MSZ ISO szabványokat. Ennek megfelelően a táptalajokat az MSZ ISO 11133-1:2000 szerint készítettem el, a hígítási és egyéb általános mikrobiológiai lépéseket az MSZ EN ISO 6887-1:2000 szerint végeztem el. Az összes élőcsíraszám meghatározását az MSZ EN ISO 4833:2003, a spóraszámot hagyományos módszer MSZ ISO 6887-4:2003, az élesztő- és penész számot az MSZ ISO 7954:1999 szerint határoztam meg.

A koliform baktériumok és az *Escherichia coli* számának meghatározását az MSZ ISO 9308-2:1990 alapján határoztam meg. Élelmiszerek és takarmányok esetében a hatályban lévő szabvány az MSZ ISO 16649-2:2004, amely lemezöntéses módszer. A kiértékelés során a kék és a piros telepeket kell megszámolni, ez azonban paprika minták esetében lehetetlen, mivel a táptalaj színe is pirosas illetve kis hígítási szinten még előforduló paprika szemcséket, könnyen telepként azonosíthatunk helytelenül. Éppen ezért a víz és vízmintákra alkalmazható ISO szabványt használtam vizsgálataim során, mely a szabványban alkalmazható táptalaj gyártójának (Merck) tájékoztatása szerint alkalmazható élelmiszerek és takarmányok esetén is. A vizsgálatok során éppen ezért az MSZ ISO 9308-2:1990 szabványt alkalmaztam, mely egy MPN (most probable number) módszer. Az *E. coli* esetében megerősítő próba 356 nm-en vizsgált fluoreszencia és Kovács reagens hozzáadása után képződött indol gyűrű volt. Összehasonlítást végeztem apró szemcséjű fűszerpaprika féltermékkel kétszer megismételve a vizsgálatot. Azért hogy a szemcsék ne zavarják a lemezöntéses vizsgálatot perui egész termésének szárítmányát (féltermék) vizsgáltam. Az összehasonlítás eredményét a 3. táblázat tartalmazza.

3. táblázat: Az MSZ ISO 16649-2:2004 és az MSZ ISO 9308-2:1990 összehasonlítása csíraszámok alapján fűszerpaprika féltermék esetén

		Koliformok		<i>E. coli</i>	
		MSZ ISO 16649- 2:2004 (log tke/g)	MSZ ISO 9308- 2:1990 (log MPN/g)	MSZ ISO 16649- 2:2004 (log tke/g)	MSZ ISO 9308- 2:1990 (log MPN/g)
1. minta	Átlag	4,71	4,36	1,73	1,11
	Szórás	0,04	0,00	0,18	0,22
	Kimutatási módszerek közötti eltérés	7 %		36 %	
2. minta	Átlag	4,62	3,79	2,25	1,24
	Szórás	0,11	0,52	0,22	0,25
	Kimutatási módszerek közötti eltérés	18 %		45 %	

Az MPN módszerrel mind a koliformok mind az *E. coli* számát kisebbnek mértem, mint a hatályos lemezöntésese módszerrel, azonban az eltérés elhanyagolható, hiszen egy nagyságrenden belül van koliformok esetén. Az *Escherichia coli* szám esetén a második mintánál nagyobb különbség, azonban a minták jellegéből adódóan az MPN módszert kellett használnom. Az eredmények éppen ezért koliformok és *Escherichia coli* esetén minden esetben log MPN/g –ra vonatkoznak log tke/g helyett, akkor is ha külön nem jelölöm az ábrán vagy a táblázatban.

A *Salmonella* sp. meghatározása során az MSZ ISO 6579:2004, míg *Listeria* sp. esetén az MSZ ISO 11290-1:2004 szabványt alkalmaztam.

5.3. Fizikai módszerek – a vízaktivitás mérése

A mérés a NOVASINA-Lab Master készülék segítségével történt, minden esetben három párhuzamos méréssel.

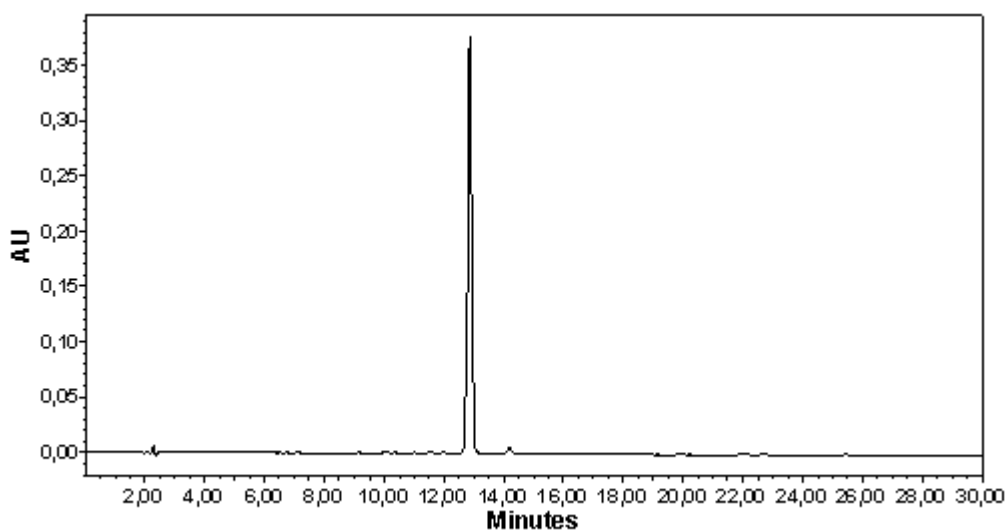
5.4. Kémiai módszerek

5.4.1. Ergoszterin meghatározás

Az ergoszterin tartalom meghatározás a kutatócsoportom által kifejlesztett módszer volt (Daood et al., 2008). Az ergoszterin tartalom kimutatására alkalmazott saját fejlesztésű kromatográfiás módszerrel nemcsak a paprika penész szennyezettségét -, hanem a paprika egyéb minőségi paramétereit is meg tudtuk határozni. A módszer előnye, hogy alkalmas az ergoszterin, a tokoferolok és karotinoidok egyidejű meghatározására, növényi eredetű élelmiszerekből. Ennek megfelelően gradiens elúciós módszert alkalmaztunk az eddig általánosságban használt izokratikus módszer helyett (Alcazar-Fuoli et al., 2008; Görs et al., 2007), illetve a régebbi gradiens módszer helyett (Kiskó 1998), a detekciós hullámhossz 190-700 nm között volt. A gradiens elúció paraméterei a kutatócsoport egy korábbi módszerének továbbfejlesztése (Biacs és Daood, 1994), az elválasztás új generációs Zorbax oszlopon történt.

A vizsgálathoz 2,5 g paprikaőrleményt mértem be analitikai mérlegen, mintát elszappanosítottam metanol (Reanal) és etanol (Reanal) elegyben (50 ml :25 ml) 5 g kálium-hidroxid és 0,50 g aszkorbinsav (mindkettő Reanal) mellett 80 °C-on 45 percig, majd kétszer kiráztam 50 ml hexánnal (Merck), első kirázás további 20 ml desztillált víz hozzáadásával történt. A hexános elegyet elválasztottam választótölcsérben és háromszor kiráztam desztillált vízzel, majd a hexános kivonatot nátrium-szulfát ágyon víztelenítettem. A kapott oldatot 40 °C-on szárazra pároltam, majd a kapott anyagot visszavettem 2 ml HPLC kloroform és 4 ml HPLC metanolba (mindkettő Merck) és 20 µl -t injektáltam a HPLC (nagy nyomású folyadékkromatográfiás elválasztás) készülékbe (Waters 2695 „Alliance” HPLC Separations Module).

A HPLC mérés során fotodiódasoros detektort (Waters 2996 Photodiode Array Detector) használtunk, az ergoszterin meghatározása 282 nm-en történt, a retenciós idő 12,7 perc volt (7. ábra).



7. ábra: Az ergoszterin standard kromatogramja

A mozgó fázisa 4. táblázat tartalmazza:

4. táblázat: Az ergoszterin meghatározás HPLC körülményei

Idő (perc)	Áramlási sebesség (ml)	A%	B%	D%
	0,70	75	25	0
20	0,70	10	0	90
25	0,70	10	0	90
30	0,70	75	25	0

A= 100 % HPLC grade metanol (Merck)

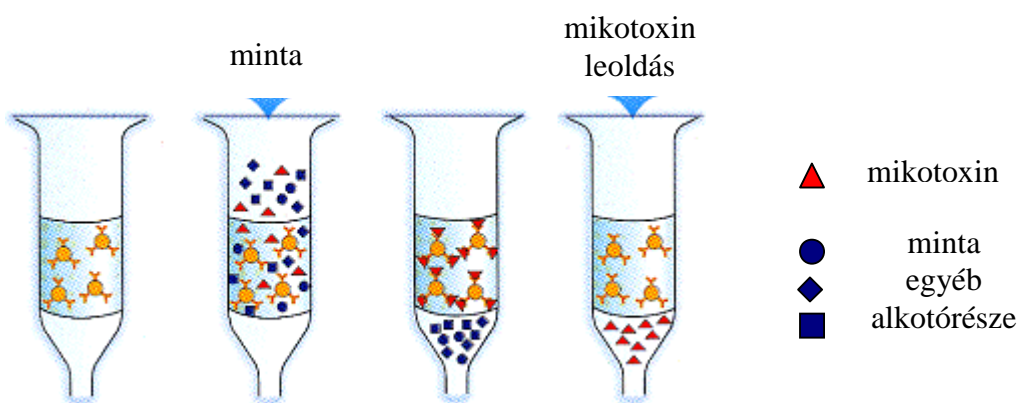
B= 90 % metanol

D= 35 % HLC acetonitril (Merck) + 55 % izopropanol (Merck) + 10 % HPLC grade metanol (Merck)

Az elválasztás során alkalmazott oszlop Zorbax C18 3,5 μm \times 12,5 cm volt, az oszlop nyomása az elválasztás során 750-800 psi között volt. Az ergoszterin standard (tisztasága ≥ 95 %) Sigma termék volt, melyet a standard görbéhez és „spike”oláshoz használtunk. A paprika mintához adott ergoszterin visszanyerése 97 % volt 50 $\mu\text{g/g}$ (n= 5, S.D.=2 %) spike-olt ergoszterin esetén és szintén 97% volt 100 $\mu\text{g/g}$ (n=5, S.D.=2 %) ergoszterin esetén.

5.4.2 Mikotoxin meghatározások

50 g paprikából történt a meghatározás, paprikát 80:20 arányú metanol (Reanal) - víz eleggyel és 5 g nátrium-klorid sóval extraháltunk centrifugálással (2 perc, 10000 rpm). A kapott homogén elegyet redős szűrőn leszűrtem, a szűrlet 10 ml-ét 40 ml vízzel homogenizáltam, majd ezt az elegyet is leszűrtem. Ennek a szűrletnek a 10 ml-ét engedtem át 1-2 csepp/perc sebességgel az AflaOchra immun-affin előtisztító oszlopon (VICAM). Az oszlop működési elvét a 8. ábra magyarázza: a mintát átengedjük az oszlopon, ahol komplexet alkot az oszlop töltete és a mikotoxin. Az oszlop töltete speciális, mivel antitestként képes megkötni az aflatoxinokat és az ochratoxin A-t is. Majd lemossuk az oszlopot, így eltávolítjuk a szennyező anyagokat, a mosás sebessége 1-2 perc/csepp volt. Végül 1,5 ml HPLC metanol (Merck) és 1,5 ml desztillált víz oldószerekkel leoldjuk az oszlopról a mikotoxint (Chan et al., 2004).



8. ábra: Az immunaffin oszlop működési elve

Az oszlop gyártója által megadott HPLC-s körülmények alkalmazásával (VICAM AflaOchra HPLC Instruction Manual) mértem az ochratoxin A és az aflatoxin (B₁, B₂, G₁, G₂) tartalmakat. Az elválasztást a Waters 2690 separation module HPLC készülékkel végeztem, a jelet Waters 470 Scanning Fluorescence detektorral mértem mind az OTA mind az aflatoxinok esetén, a használt oszlop Waters Symmetry C18 3,9×150 5 μm, az injektált mennyiség 40 μl volt. A mikotoxin standardek Sigma termékek, melyeknek tisztasága ≥ 95 % volt.

Az aflatoxinok kimutatásánál az elválasztás megfelelő volt, így nem használtam jóreakción alapuló utóoszlopon történő elválasztást. A mozgó fázis és az elválasztás körülményei a következők voltak (5. táblázat):

5. táblázat: Az aflatoxinok HPLC meghatározásának körülményei

Idő (perc)	Áramlási sebesség (ml)	A%	B%	D%
	0,50	55	45	0
6	0,50	55	45	0
15	0,50	40	60	0
16	0,50	55	45	0

A: 650 µl ecetsav (Reanal) 1 l desztillált vízben

B: HPLC metanol (Merck)

A detektor beállításai: 360 nm gerjesztési hullámhossz és 440 nm elnyelési hullámhossz. A visszanyerés a különböző aflatoxinokra a következők voltak:

Aflatoxin B₁ 82 % 20 µg/kg (n= 5, S.D.=0,8%) és 57 % 1 µg/g (n= 5, S.D.=15%) volt

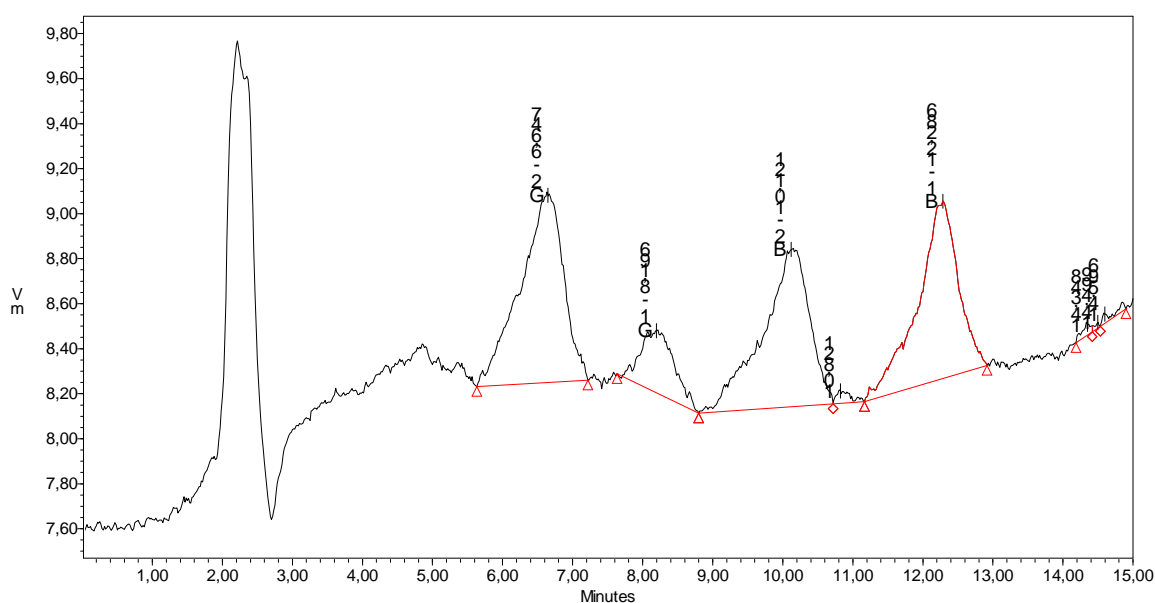
Aflatoxin B₂ 88 % 20 µg/kg (n= 5, S.D.=1,1%) és 72 % 1 µg/g (n= 5, S.D.=15,6%) volt

Aflatoxin G₁ 87 % 20 µg/kg (n= 5, S.D.=0,4%) és 67 % 1 µg/g (n= 5, S.D.=27,6%) volt

Aflatoxin G₂ 91 % 20 µg/kg (n= 5, S.D.=0,8%) és 77 % 1 µg/g (n= 5, S.D.=8,7%) volt

Ezek a visszanyerések megfelelnek az Európai Unió 401/2006-os rendeletének, mely előírja a mintavételi és elemzési módszereket, valamint a mikotoxinok hatósági ellenőrzés szintjeit az élelmiszerekben.

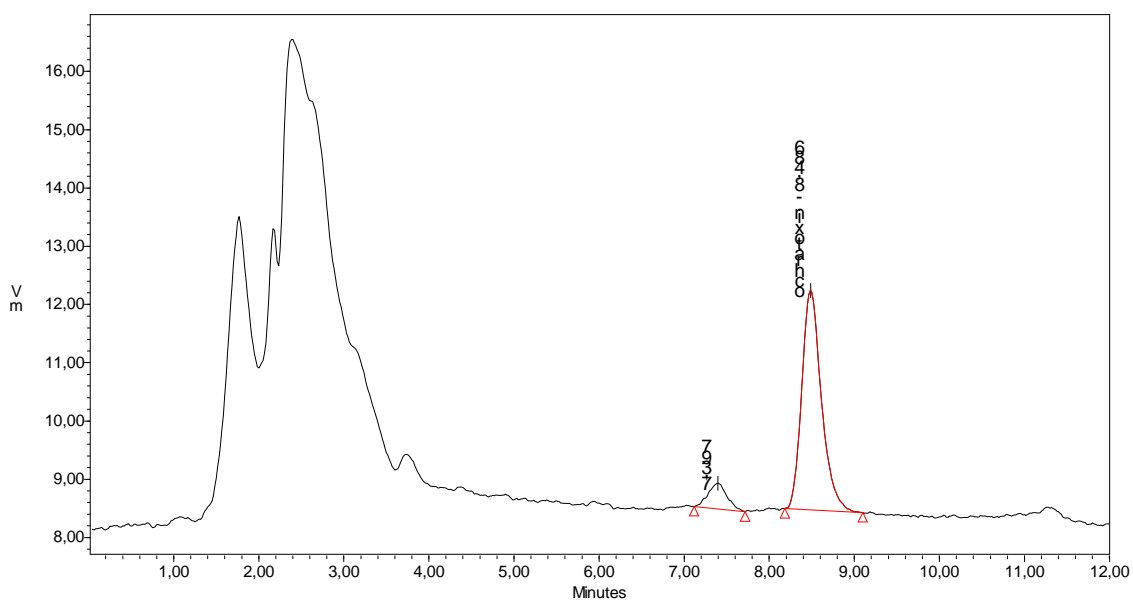
A aflatoxin detekciós idők a következők voltak: G₂: 6,6 perc, G₁: 8,2 perc, B₂: 10,1 perc, B₁: 12,3 perc (9. ábra).



9. ábra: Az aflatoxin standardek kromatogramja

A ochratoxin A kimutatása esetén az alábbi beállításokat alkalmaztam: a mozgófázis légtelenített HPLC metanol (Merck): desztillált víz elegy volt, 80:20 arányban. Az ochratoxin A kimutatása esetén az alábbi beállításokat alkalmaztam: a mozgófázis légtelenített HPLC metanol (Merck): víz: ecetsav (Reanal) - 99:99:2 volt, a futtatás 12 percig történt izokratikus körülmények között, az áramlási sebesség 0,9 ml/perc volt. A visszanyerés a következő volt: OTA 87 % 20 µg/kg (n= 5, S.D.=0,5%) és 74 % 1 µg/g (n= 5, S.D.=15,8%). Ez a visszanyerés megfelel az Európai Unió 401/2006-os rendeletének, mely előírja a mintavételi és elemzési módszereket, valamint a mikotoxinok hatósági ellenőrzés szintjeit az élelmiszerekben.

A detektor beállításai a következők voltak: 330 nm gerjesztési hullámhossz és 470 nm elnyelési hullámhossz. Az ochratoxin A detekciós ideje 8,5 perc volt (10. ábra).



10. ábra: Az ochratoxin A standard kromatogramja

Munkám során kipróbáltam más előtisztító oszlopokat is, azonban vagy csak OTA –t vagy csak az aflatoxinokat tudta kitisztítani, két kivonás ugyanazon mintából rendkívül idő- és költségigényes, éppen ezért egyik sem volt megfelelő. Mindkét mikotoxin fajta meghatározására szükségem volt munkám során, ezért alkalmaztam a fenn említett módszert. A mikotoxin meghatározás pontosságát jártassági teszt elvégzésével igazoltam, melyben igazolt mennyiségű mikotoxin mennyiséget kell tudni kimutatni az adott mintából. Így fűszerpaprika teszt mintát vizsgáltam ochratoxin A tartalomra (fapas 1793), melynek során a mérési eredményeim megfeleltek a tesztminta mikotoxin tartalmának. Az összes aflatoxint

(fapas 04141) fűszerkeverék teszt mintából határoztam meg, a kapott eredmény a megengedett eltérési határértéken belül volt. A kapott jártassági tesztminták eredménye alapján mindkét mikotoxin meghatározás megfelelő volt.

Az OTA-ra a Romer cég tisztító oszlopát, az aflatoxinokra a EuroClone cég aflatoxin oszlopát is kipróbáltam. A Romer cég OTA tisztító oszlopa megfelelő eredményt adott, azonban egyszerre így csak az egyik mikotoxint tudtam kivonni, ezért ezt a módszert elvettem. Az aflatoxinokra alkalmazott oszlop másik hátránya, hogy nincs egy oszlopba építve az egyéb anyagokat elválasztó rendszer és a mikotoxin megkötő –antitest rendszer. Éppen ezért egyszerre csak egy mintával lehet dolgozni, így ez a módszer rendkívül időigényes.

5.5. Statisztikai módszerek

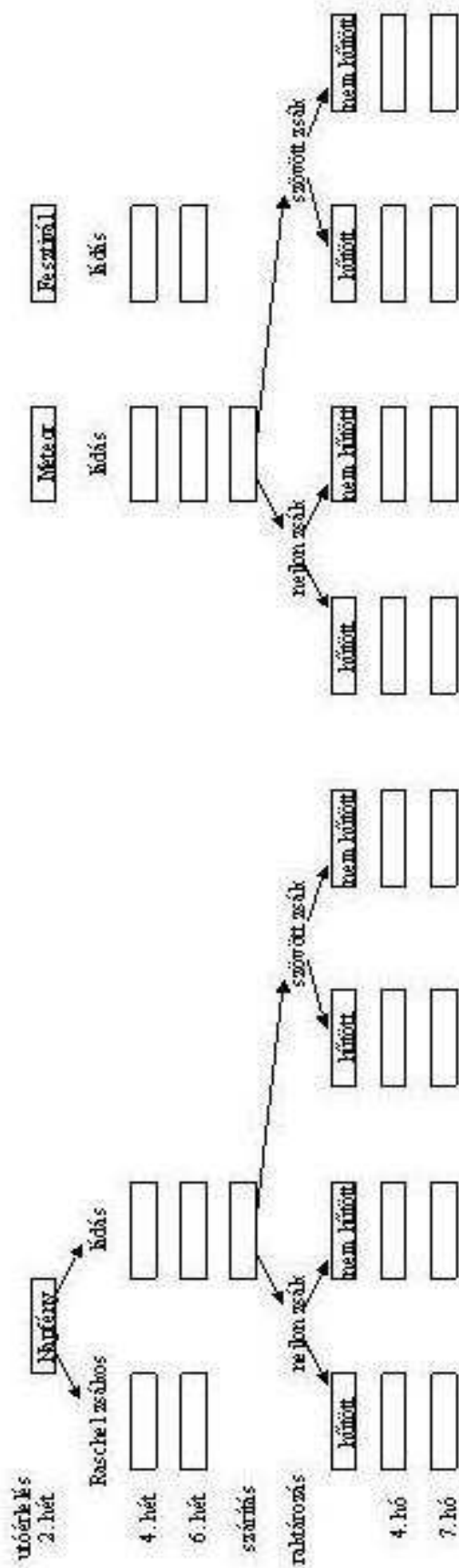
A statisztikai kiértékelés során hisztogramokat, plot boxokat, valamint kétszemponos variancianalízist, Welch-próbát és regresszió számítást alkalmaztam melyekhez a Microsoft Excel[®] és a Statistica[®] programokat használtam. A szaporodási modelleket a DmFit-Combase[®] programmal jellemeztem, mely során Gompertz és a Baranyi-féle és a módosított Baranyi modellt használtam.

6. Eredmények

6.1. A fűszerpaprika nyomon követése

A nyomon követés során először paprika fajtákat illetve az utóérlelés hatását, majd a féltermék szárítását és tárolását vizsgáltam a mikrobiológiai állapotra. Az utóérlelés során összehasonlítottam különböző paprika fajtákat és különböző, a mai általános ipari gyakorlatban alkalmazott utóérlelési módokat. A szegedi tájkerületben gyakran használt minőségi fajták úgy, mint a Meteor, a Napfény és a Fesztivál paprika fajtákat alkalmaztam kísérleti beállításemban ládás és Raschel zsákos utóérlelés során.

A vizsgálat során összehasonlítottam a három fajta induló csíraszámát és az utóérlelés alatt bekövetkezett csíraszám változásokat. Ennek érdekében mintát vettem az ipari szakemberek által „friss”-nek nevezett, bár már két hete utóérlelt paprikákból, majd ezt megismételtem az utóérlelés negyedik és hatodik (utolsó) hetében. A napfény fűszerpaprika fajta esetében kétféle tárolási módot hasonlítottam össze: a ládás és a Raschel zsákos utóérlelést, így az utóérlelés módjának hatását is nyomon tudtam követni a mikrobiológiai állapotra a kísérlet alatt. A fesztivál és meteor fűszerpaprika fajta esetében a minőség szempontjából megfelelőbb ládás utóérlelési módot alkalmaztam. Az utóérlelés végén minden mintából azonos ipari körülmények között félterméket gyártottak. A féltermékek közül a napfény és a meteor fűszerpaprika fajtákat követtem nyomon a továbbiakban, ezen féltermékeket nejlon és szövött zsákokban raktározták hűtött (4-8 °C) és nem hűtött (zárt, megfelelően szellőző raktár) ipari körülmények között. A raktározás elején a kiinduló zsákokból, a negyedik valamint a hetedik hónapban vettem mintát a féltermékekből. A teljes mintavételi tervet a 11. ábrán mutatom meg.



11. ábra: Nyomonkövetés teljes mintavételi terve

Fűszepaprika fajta: Napfény, Feszítől, Météor

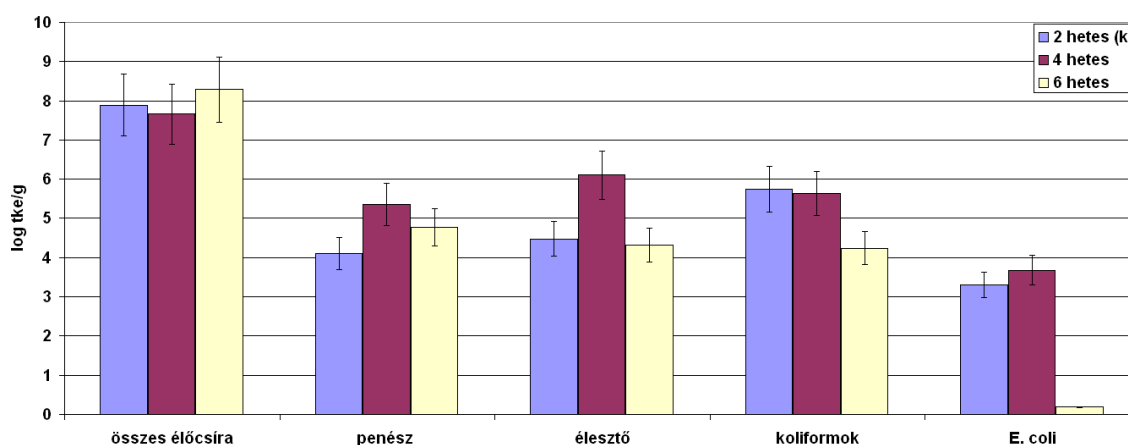
Utóérlelési mód: lédás, Raschel zsalós

Raktározás módja: nem lédás, szívott zsák,

Raktározás körülményei: ellenőrzött hűtött (4-8 °C) és raktárban, nem hűtött (5-25 °C) körülmények

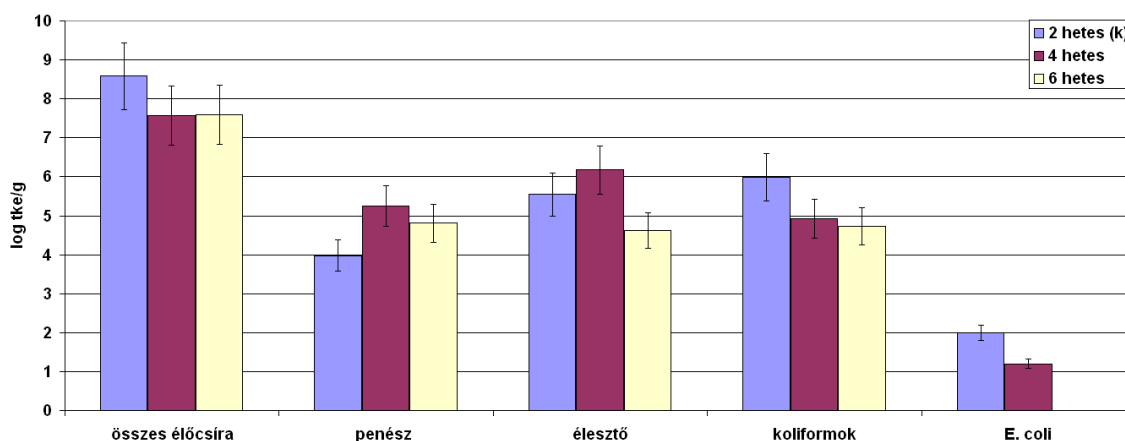
A fűszerpaprika fajták induló telepszáma nagyjából azonos (12-15. ábra): az összes élőcsíraszám 10^8 tke/g, a penész szám 10^4 tke/g, az élesztő szám 10^5 tke/g. A koliformok csíraszáma 10^6 tke/g a Meteor és a Fesztivál fajták esetében, míg Napfény esetén 10^4 tke/g, illetve az *Escherichia coli* szám 10^2 tke/g, kivéve a Fesztivál fajta esetén, mert ebben az esetben 10^3 tke/g volt.

A Fesztivál (12. ábra) paprikafajta mikrobiológiai állapota a ladás utóérlelés során nem változott, kivéve az *Escherichia coli* mikrobaszámát, ami jelentős mértékben csökkent, mintegy három nagyságrenddel. Az összes élőcsíra, a penész és a koliformok mikrobaszáma egy nagyságrenden, az élesztők telepszáma másfél nagyságrenden belül változott az utóérlelés során.



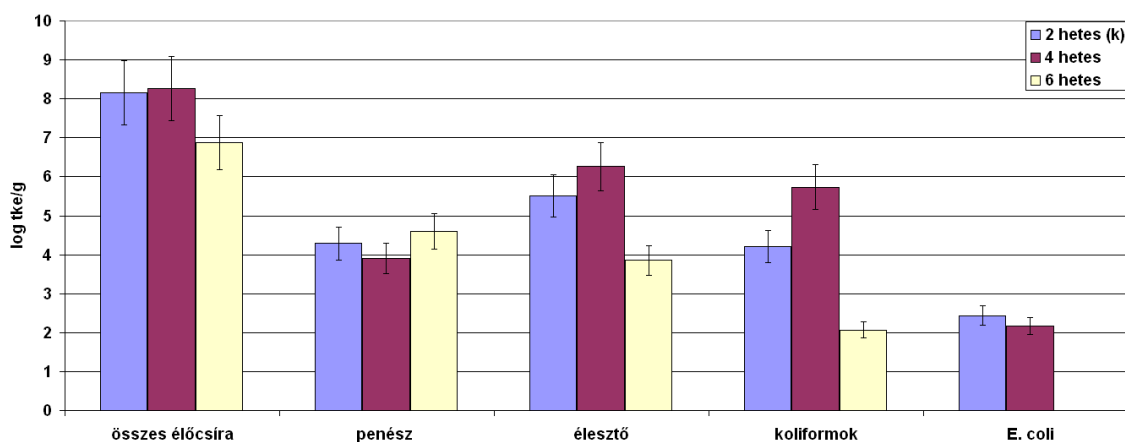
12. ábra: A Fesztivál paprikafajta mikrobiológiai állapotának változása ladás utóérlelés során

A Meteor paprikafajta (13. ábra) mikrobiológiai állapota nem változott jelentősen a négy hetes ladás utóérlelés során, csak kis mértékben csökkentek az általam vizsgált mikrobaszámok. Az összes élőcsíra, a penész és a koliformok mikrobaszáma egy nagyságrenddel csökken az utóérlelés során, míg az élesztő telepszáma egy nagyságrenden belül változik. Egyedül az *Escherichia coli* szám változik jelentősen a hat hetes utóérlelés során, az utóérlelés végére a mikrobaszám a kimutatási határ közelébe csökken.



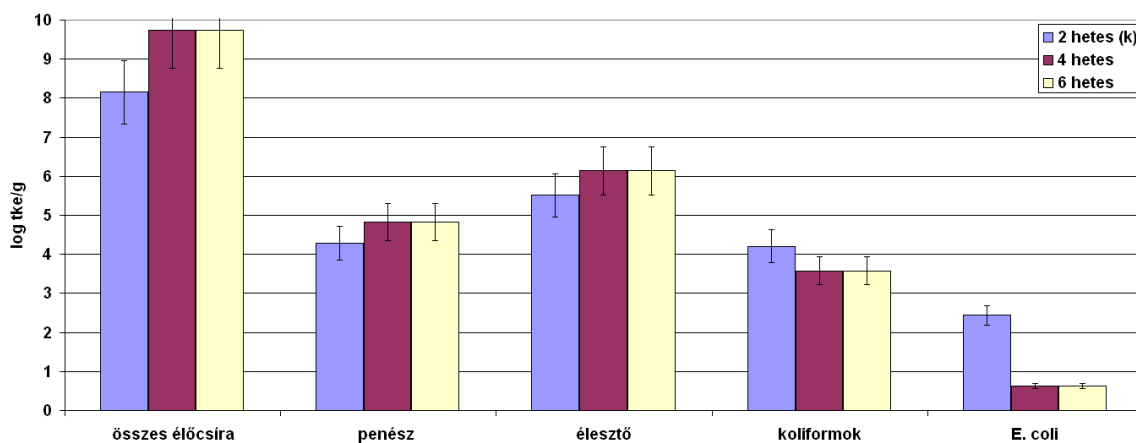
13. ábra: A Meteor paprikafajta mikrobiológiai állapotának változása ladás utóérlelés során

A Napfény paprikafajta (14. ábra) mikrobiológiai állapota a ladás utóérlelés során kis mértékben javult, hiszen a penészek számának kivételével a mikrobaszámok egy-két nagyságrendben csökkentek. A *Escherichia coli* szám az utóérlelés végére a kimutatási határ alá csökken, ugyanakkor a koliformok mikrobaszáma csökken a legnagyobb mértékben (több mint két nagyságrendet).



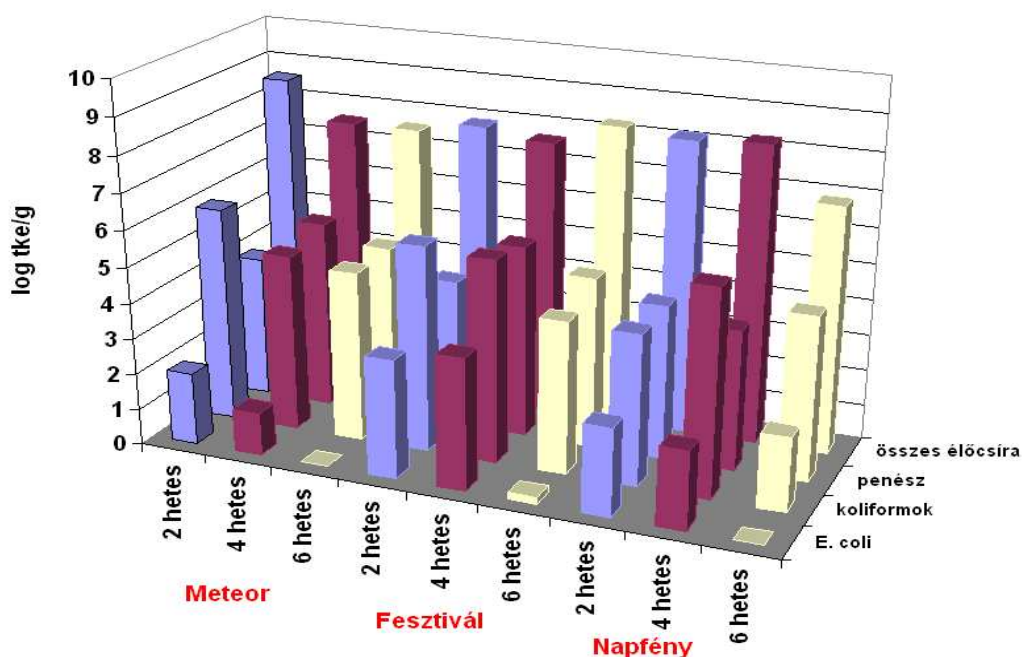
14. ábra: A Napfény paprikafajta mikrobiológiai állapotának változása ladás utóérlelés során

A Napfény paprikafajta (15. ábra) mikrobiológiai állapota a Raschel zsákos utóérlelés során nem változott egyértelműen, hiszen az összes élőcsíra, a penész és az élesztők telepszáma fél-egy nagyságrenddel nőtt, míg a koliformok fél az *Escherichia coli* mikrobaszáma két nagyságrenddel csökkent.



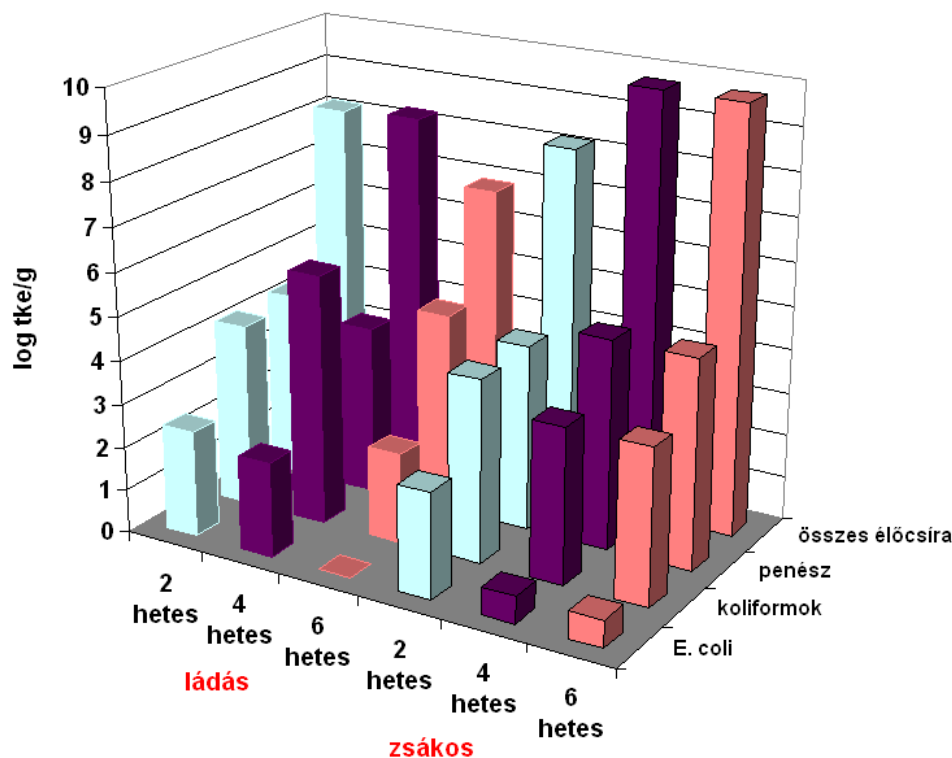
15. ábra: A Napfény paprikafajta mikrobiológiai állapotának változása Raschel zsákos utóérlelés során

Az utóérlelés során a fűszerpaprika mikrobiológiai állapotára nincs számottevő hatással a fűszerpaprika fajtája, mely az összevont 16. ábrán jól látható, az általam vizsgált időszakban a Meteor, a Napfény és a Fesztivál esetében, kétmintás t-próba eredményei alapján.



16. ábra: A fűszerpaprika fajtájának hatása a mikrobiológiai állapotra ladás utóérlelés során

Az utóérlelési módok összehasonlítása a Napfény fűszerpaprika fajtánál történt meg, amikor a Raschel zsákos és a ládás utóérlelési módot hasonlítottam össze. A 17. ábrán jól látható, hogy a Raschel zsákos utóérlelés végére nagyobb csíraszámú paprikát kaptunk. A két nagyságrenddel több összes élőcsíraszám és koliformok száma jelentős eltérés a ládás utóérleléshez képest, ez elsősorban azt mutatja, hogy a paprikák szellőzése sokkal rosszabb. A zsákos utóérlelés során a paprika sokkal jobban befülled, így könnyebben romlik a minősége.



17. ábra: Az utóérlelési módok összehasonlítása Napfény fűszerpaprikafajta esetén

Összességében elmondható, hogy az általam vizsgált minták esetében a szárítóba bekerülő utóérlelt fűszerpaprikák mikrobiológiai állapotára sem a fajta sem az utóérlelés időtartama nincs komoly hatással. Az utóérlelés ideje és a fajta a fűszerpaprika egyéb fontos beltartalmi jellemzőire van hatással, mint pl. a festéktartalom és a vitamintartalom.

A továbbiakban a szárítás és a féltermék tárolásának körülményeit vizsgáltam; nejlon és szövetzsákban tároltuk a féltermékeket, a mintát a szárítást követően vettem a már lehűlt zsákokból. A félterméket ellenőrzött körülmények között tárolták hűtött (4-8 °C) és nem hűtött jól szellőző pajtában. A könnyebb érthetőség miatt az eredményeket táblázatos formában foglaltam össze, oly módon hogy az utóérlelés során kapott, a szárítás során kapott és a féltermék tárolása során kapott csíraszámokat is tartalmazza a táblázat. Az összes nyomon követési kísérlet mikrobiológiai eredményeket a 5-7 táblázat, a statisztikai eredményeket a melléklet 2-4 táblázata tartalmazza.

A Meteor fűszerpaprikafajta nyomon követése során kapott eredményeket az 5. táblázat tartalmazza. A szárítás során minden vizsgált mikroba/mikrobacsoport száma csökkent: az összes élőcsíraszám egy-másfél, a penész szám másfél - két és fél, az élesztők száma két-három, a koliformok száma egy nagyságrenddel. A nejlon zsákban tárolt féltermékek mikrobaszáma a szárítás után kisebb volt, mint a szövött zsákban tárolt féltermékeké. A szövött zsákok jobb szellőzése miatt a nedvességet igénylő élesztők száma jelentősen csökkent a tárolás során, míg a nejlon zsákokban az élesztők telepszáma nem változott. Sem a hűtött, sem a nem hűtött körülmények között történt féltermék tárolás során jelentős csíraszám változás nem történt. A mikrobiológiai eredményeket figyelembe véve a négy hónapos szövött zsákban történt féltermék tárolás során a hűtött és a nem hűtött között 90 %-os valószínűségi szinten különbség van kétszemponos varianciaanalízis alapján. Továbbá különbség van (95 %-os valószínűségi szinten) a nejlon zsákban négy hónapig tárolt féltermék hűtött és nem hűtött körülmények között, valamint a szövött és a nejlon zsák között (nem hűtött körülmények, négy hónapig tárolt) féltermékek esetében (melléklet 2. táblázat).

5. táblázat: Mikrobiológiai eredmények a meteor fűszerpaprikafajta nyomon követése során (ládás utóérlelés)

Mikrobaszám log tke/g								
	Utóérlelés			féltermék tárolása szövött zsákban (szárítás után)				
	nyers paprika			1. hét	4. hónap		7. hónap	
	friss	4 hét	6 hét	szövött műanyag zsák	hűtött	nem hűtött	hűtött	nem hűtött
összes élőcsíra	8,6	7,6	7,6	6,8	5,7	5,4	6,2	5,9
spóra	nv	nv	nv	4,3	4,7	4,8	5,7	5,5
penész	4,0	5,3	4,8	3,1	3,2	3,2	2,2	1,7
élesztő	5,5	6,2	4,6	2,9	0,4	k.h.	k.h.	k.h.
koliformok	6,0	4,9	4,7	3,9	2,8	2,3	4,0	2,6
<i>E. coli</i>	2,0	1,2	k.h.	k.h.	0,4	0,2	k.h.	k.h.
féltermék tárolása nejlon zsákban (szárítás után)								
összes élőcsíra				6,0	6,6	6,3	6,8	6,1
spóra				4,8	5,6	5,0	6,1	5,3
penész				2,1	3,3	2,9	1,2	3,3
élesztő				1,7	1,7	1,7	1,7	5,0
koliformok				3,5	4,4	3,8	4,6	3,9
<i>E. coli</i>				k.h.	1,1	1,2	1,4	1,4

n.v.: nem vizsgált

k.h.: kimutatási határ alatt

A Napfény fűszerpaprika fajta (ládás utóérlelés) mikrobiológiai nyomonkövetés eredményeit a 6. táblázat tartalmazza. A szárítás során az összes élőcsíraszám nem változott jelentősen, a penész szám egy-másfél, az élesztők száma egy-három nagyságrenddel csökkent, a koliformok száma egy-másfél nagyságrenddel nőtt, míg az *Escherichia coli* csíraszám nem változott jelentősen. Sem a hűtött, sem a nem hűtött körülmények között tárolt féltermék tárolása során jelentős csíraszám változás nem történt. A mikrobiológiai eredmények alapján 95 %-os szignifikancia szinten különbség van kétszemponyos varianciaanalízis alapján a hűtött körülmények között négy hónapig tárolt féltermékek esetében a szövött és a nejlon zsákos tárolás között, továbbá hűtött körülmények között hét hónapig tárolt féltermékek esetében a szövött és a nejlon zsákos tárolás között, valamint a szövött zsákban hét hónapig tárolt féltermékek esetében a hűtött és a nem hűtött körülmények között (melléklet 3. táblázat).

6. táblázat: Mikrobiológiai eredmények a Napfény fűszerpaprikafajta nyomon követése során (ládás utóérlelés)

Mikrobaszám log tke/g								
	Utóérlelés			féltermék tárolása szövött zsákban (szárítás után)				
	nyers paprika			1. hét		4 hónap		7 hónap
	friss	4 hét	6 hét	szövött műanyag zsák	hűtött	nem hűtött	hűtött	nem hűtött
összes élőcsíra	8,2	8,3	6,9	7,2	5,8	6,2	5,9	6,1
spóra	nv	nv	nv	5,4	5,4	5,1	5	4,8
penész	4,3	3,9	4,6	3,0	2,5	2,4	1,7	2,4
élesztő	5,5	6,3	3,9	2,8	k.h.	k.h.	k.h.	k.h.
koliformok	4,2	5,7	2,1	3,8	2,4	4,2	2,6	3,6
<i>E. coli</i>	2,4	2,2	k.h.	0,6	0,4	0,9	k.h.	k.h.
féltermék tárolása nejlon zsákban (szárítás után)								
összes élőcsíra				6,2	6,9	5,8	7,2	5,8
spóra				4,8	6,6	4,8	6,9	5,0
penész				2,7	3,8	2,9	3,5	2,7
élesztő				0,8	1,0	k.h.	k.h.	k.h.
koliformok				3,2	4,2	3,8	4,6	3,4
<i>E. coli</i>				k.h.	0,7	0,7	k.h.	k.h.

n.v.: nem vizsgált

k.h.: kimutatási határ alatt

A Napfény fűszerpaprika fajta (raschel zsákos utóérlelés) mikrobiológiai nyomonkövetés eredményeit a 7. táblázat tartalmazza. A szárítás során minden vizsgált mikroba/mikrobacsoport csíraszama csökkent: az összes élőcsíraszám két-három, a penész szám másfél - két, az élesztők száma három, az *Escherichia coli* egy-két nagyságrenddel; míg a koliformok száma nem változott. A nejlon zsákban tárolt féltermékek csíraszama a szárítás után kisebb volt, mint a szövött zsákban tárolt féltermékeké. Sem a hűtött, sem a nem hűtött körülmények között történt féltermék tárolás során jelentős csíraszám változás nem történt. A mikrobiológiai eredmények alapján 95 %-os szignifikancia szinten különbség van kétszemponos varianciaanalízis alapján a nejlon zsákban hét hónapig tárolt féltermékek esetében a hűtött és a nem hűtött körülmények között (melléklet 4. táblázat).

7. táblázat: Mikrobiológiai eredmények a Napfény fűszerpaprikafajta nyomon követése során (Raschel zsákos utóérlelés)

Mikrobaszám log tke/g								
	Utóérlelés			féltermék tárolása szövött zsákban (szárítás után)				
	nyers paprika			1. hét	4 hónap		7 hónap	
	friss	4 hét	6 hét	szövött műanyag zsák	hűtött	nem hűtött	hűtött	nem hűtött
összes élőcsíra	8,2	9,7	9,7	7,3	5,6	6,2	6,7	6,0
spóra	nv	nv	nv	5,3	5,6	5,3	5,9	5,5
penész	4,3	4,8	4,8	3,4	3,6	2,8	1,7	2,9
élesztő	5,5	6,1	6,1	2,7	0,4	k.h.	k.h.	0,7
koliformok	4,2	3,6	3,6	3,9	4,3	4,6	3,4	4,7
<i>E. coli</i>	2,4	0,6	0,6	1,4	1,0	0,6	k.h.	k.h.
féltermék tárolása nejlon zsákban (szárítás után)								
összes élőcsíra				6,8	6,6	6,2	6,4	6,3
spóra				4,5	5,4	4,7	5,5	5,0
penész				3,8	3,2	2,6	3,1	2,4
élesztő				3,1	1,5	k.h.	1,4	k.h.
koliformok				4,2	4,4	3,5	3,6	3,6
<i>E. coli</i>				0,2	0,8	2,1	1,4	0,6

n.v.: nem vizsgált

k.h.: kimutatási határ alatt

A Fesztivál fűszerpaprika fajta mikrobiológiai változásait az utóérlelés során a melléklet 5. táblázatot tartalmazza.

A szárítás olyan jelentős csíraszám csökkentő hatással van, hogy gyakorlati szempontból mindegy melyik utóérlelési módot alkalmazzák, illetve az utóérlelés mennyi ideig tart. A tárolási idő nincs hatással a féltermékek mikrobiológiai állapotára, míg a tárolás körülményei (hőmérséklet, zsák fajtája) bizonyos esetekben hatással van a csíraszámra. Az általam vizsgált idő intervallumban a féltermékek mikrobiológiai állapota nem változik, ez alapján csak a gyártó féltermék tároló kapacitása szabhatja meg, mennyi ideig történik a féltermékek tárolása. A hűtött körülmények nem javítanak jelentősen a mikrobiológiai állapoton, így gazdasági megfontolásokból nem javaslom a hűtés alkalmazását a féltermék tárolása során. A szövött és a nejlon zsák alkalmazása között szintén a gyakorlati és gazdasági megfontolások dönthetnek a gyártás során, nem a mikrobiológiai állapot változása.

6.2. A fűszerpaprika mosás eredménye

A mosási kísérletet először laboratóriumi körülmények között végeztem el, melynek során Dorozsmáról vettem utóérlelt Fesztivál fűszerpaprika mintát 2006-ban. A fűszerpaprikákat lavórban mostam egy liter csapvízben, valamint 0,3 %-os Tween 80-nal kiegészített csapvízben kézzel rázogattva. A mosást ipari körülmények között is vizsgáltam Üllésen 2006-ban, melynek során az alábbi mikroorganizmusokat vizsgáltam: mezofil aerob összes élőcsíra, mezofil aerob spórák, penész, élesztő, koliformok, *Escherichia coli*. A mintákat mosás előtt, mosás után és a szeletelés után vettem. Az üzemi mosást tovább vizsgálva 2007-ben szintén Üllésen vettem mintát: az üzemi mosás során mosás előtt, után és a szárító után. A mosóvizet pH 3,5-re ecetsavval állítottuk be, majd szintén mintát vettem a mosás előtt, után és a szárító után. Martonoson (Szerbia) a fűszerpaprikát klóros mosóvízzel tisztítják, mivel a fűszerpaprika gyárak innen is szereznek be féltermékeket, hogy kiegészítsék a magyarországi termesztést, ezért itt is megvizsgáltam a mosás hatékonyságát: mintát vettem a mosás előtt, után és a szárító után. Magyarországon ezt a klóros vízzel történő mosást az élelmiszerkönyv nem engedi, valamint a szakemberek félnek a színvesztéstől, mivel a vágott felületen a klór „kifehérítheti” a paprikát.

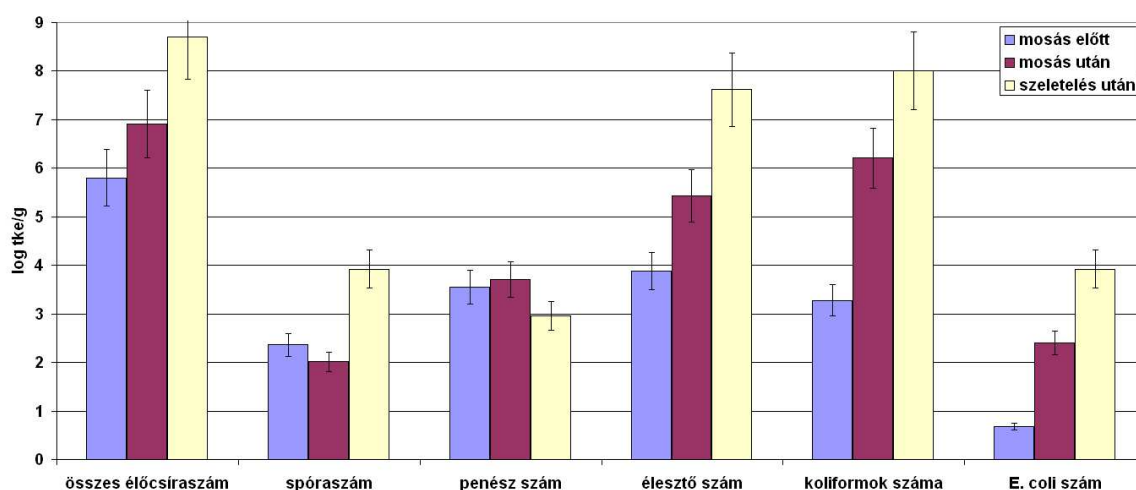
A fűszerpaprika tisztításának hatékonyságára a következő laboratóriumi kísérletet készítettem. Az üzemi eljárást utánozva három darab utóérlelt fűszerpaprikát két percig egy liter csapvízben lombikban kézzel rázogattam, valamint további három utóérlelt fűszerpaprikát két percig a jobb szennyeződés eltávolítást elősegítendő egy liter 0,3 % Tween 80 -t tartalmazó csapvízben lombikban kézzel rázogattam. Meghatároztam az összes aerob élőcsíra és spóraszámot a két mosott és a kezeletlen utóérlelt fűszerpaprikából (8. táblázat).

8. táblázat: A laboratóriumi mosás hatékonysága

Mikroorganizmus (log tke/g)	Utóérlelt fűszerpaprika	Csapvizes mosás után	0,3 % Tween 80-as mosás után
Összes élőcsíraszám	5,9 ± 0,3	5,9 ± 0,4	6,7 ± 0,4
Spóra szám	2,0 ± 0,2	2,1 ± 0,3	1,4 ± 0,2

Az eredmények alapján megállapítottam, hogy a sem a 0,3 % -os Tween 80-t tartalmazó csapvíz, sem a csapvíz nem volt megfelelően hatékony a szennyeződés eltávolítására laboratóriumi körülmények között. A Tween 80-t tartalmazó mosás során nagy fokú habzás is megfigyelhető volt, mely a módszer gyakorlati alkalmazását lehetetlenné teszi.

A továbbiakban az üzemi mosást és annak hatékonyságának javíthatóságát vizsgáltam, ezért az üllési üzemben működés közben mintákat vettem. A feldolgozó gép első szalagjáról vettem mintát a fűszerpaprika mosása előtt, mosása után, valamint a szeletelést követően. A szárítás csíraszám csökkentő hatását jelen esetben nem vizsgáltam, ezt a későbbi kísérletben vettem figyelembe. A mikrobiológiai változásokról a feldolgozás ezen szakaszán több mikroorganizmust/mikroba csoportot vizsgáltam, így meghatároztam a mezofil aerob összes élőcsíra, mezofil aerob spórák, penész, élesztő, koliformok és az *Escherichia coli* számát. Az eredményeket a 18. ábra mutatja.



18. ábra: Az üllési ipari mosás vizsgálata (Üllés 2006.10.03.)

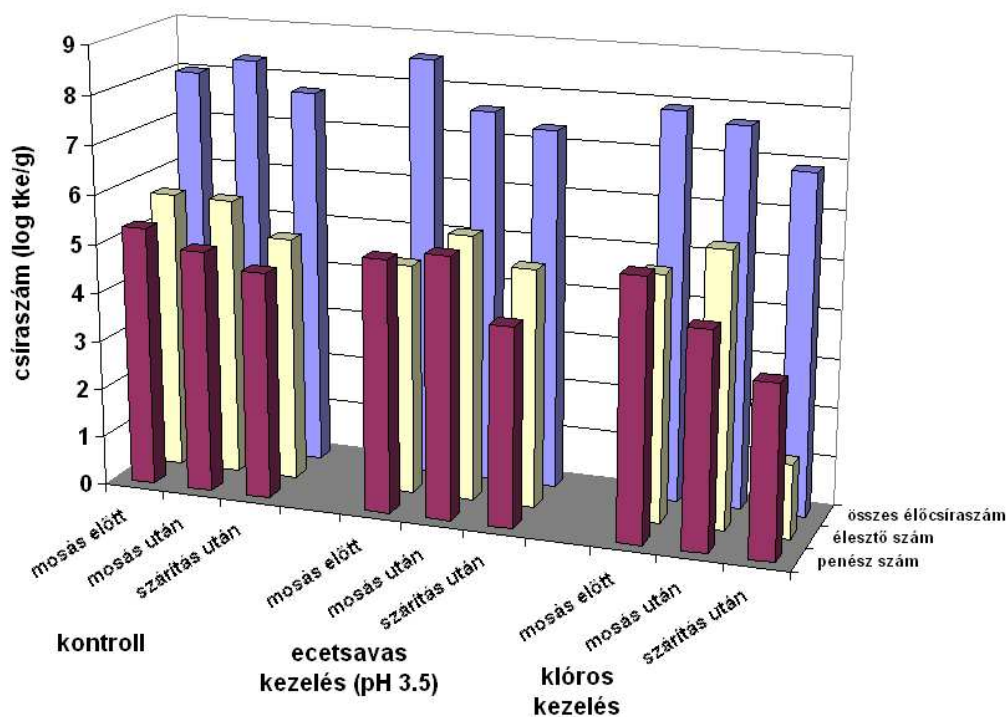
A feldolgozás során csak a penész szám nem változott szignifikánsan, míg az általam vizsgált többi mikroorganizmus csíraszámja megnőtt a mosás előtti állapothoz képest a szeletelést követően. Az utóérlelt fűszerpaprika összes aerob élőcsíraszám három, az aerob spóraszám

másfél, az élesztők száma három és fél nagyságrenddel nőtt a feldolgozás ezen szakaszában. A koliformok száma jelentősen, öt nagyságrenddel nőtt, valamint a fekáliás szennyeződésre utaló *Escherichia coli* száma három nagyságrenddel nőtt. A csíraszámok alapján szignifikáns különbség van a fűszerpaprika mosás előtti és szeletelés utáni állapota között (9. táblázat). A fűszerpaprika mosása során a még kevésbé szennyezett fűszerpaprikák is szennyezetté válnak: a mikrobiológiai szempontból legszennyezettebb fűszerpaprika gyakorlatilag az adott időben, a mosóban tartózkodó összes paprikát beszennyezi. A szeletelés során pedig a már meglévő szennyeződés tovább kenődik.

9. táblázat: Kétmintás t-próba az ipari mosás hatékonyságának összehasonlításához

Feldolgozási lépcsők	p érték
mosás előtt-mosás után	0,298
mosás előtt-szeletelés után	0,046**
mosás után- szeletelés után	0,312

A feldolgozás ezen szakaszát tovább vizsgálva, különböző mosási, tisztítási technológiákat hasonlítottam össze, így a normál, az ecetsavas és a klóros mosást. Az adalékanyagot tartalmazó mosás, ha megfelelő mennyiségben van jelen, akkor csíraszám csökkentő hatást várunk. A különböző ipari mosási technikák összehasonlítása során megállapítottam az összes aerob élőcsíra, a penész és élesztő számot a fűszerpaprika mosása előtt, mosása után és a szárítás után (19. ábra). A klóros és az ecetsavas mosást követően nem maradt semmilyen kellemetlen szag vagy íz a fűszerpaprika félterméken. Az eredmények azt mutatják, hogy a normál üzemi mosásnál a csíraszámok nem változtak szignifikánsan, míg a szárítás után az összes aerob élőcsíraszám, a penészek és az élesztők száma nem szignifikánsan mintegy fél nagyságrenddel csökkent. Az adalékanyagot tartalmazó mosási módok közül az ecetsavas mosási mód eredményei nem lettek olyan jók, mint ahogy azt vártam, hiszen a mosás után az összes élőcsíraszám ugyan egy nagyságrenddel csökkent, az élesztők és a penészek száma azonban gyakorlatilag változatlan maradt.



19. ábra: A különböző ipari mosások összehasonlítása (2007 október)

A szárítás után az összes élőcsíraszám és a penészek száma csökkent egy nagyságrenddel, azonban nem szignifikánsan, valamint az élesztők száma a mosás előtti állapothoz képest változatlan maradt (19. ábra). Az ecetsavas mosás során az üzemben kellemetlen ecetszag volt jelen, de ettől még alkalmazható lenne ez az adalékanyag, azonban a szeletelés során a vágási felületeknél a paprika szemmel láthatóan kifehéredett. Az ipari szakemberek szerint a kifehéredés jelentős színanyag veszteséssel jár, ezért az ecetsav nem alkalmazható a mosás során.

A klóros mosás után az összes élőcsíraszám és a penészek száma csökkent kis mértékben, azonban az élesztők száma nőtt szintén kis mértékben, de egyik csíraszám változás sem volt szignifikáns. A szárítás után jelentős csíraszám változás következett be a mosás előtti állapothoz képest: az összes élőcsíraszám egy, az élesztők négy nagyságrenddel, míg a penészek száma két nagyságrenddel csökkent. A klóros mosást Szerbiában tudtam vizsgálni, ez a technika bizonyult a legjobbnak ipari körülmények között, azonban a magyar szabályozás nem engedi meg élelmiszerek esetében a klór alkalmazását, így nem teszi lehetővé a klóros mosást. Az ipar a fűszerpaprikát féltermék formájában vásárolja Szerbiából, így fordulhat elő, hogy klóros vízzel mosott fűszerpaprikát is feldolgoznak a hazai gyárak, de mivel ez féltermék, ezért a klóros tiltás nem vonatkozik rá.

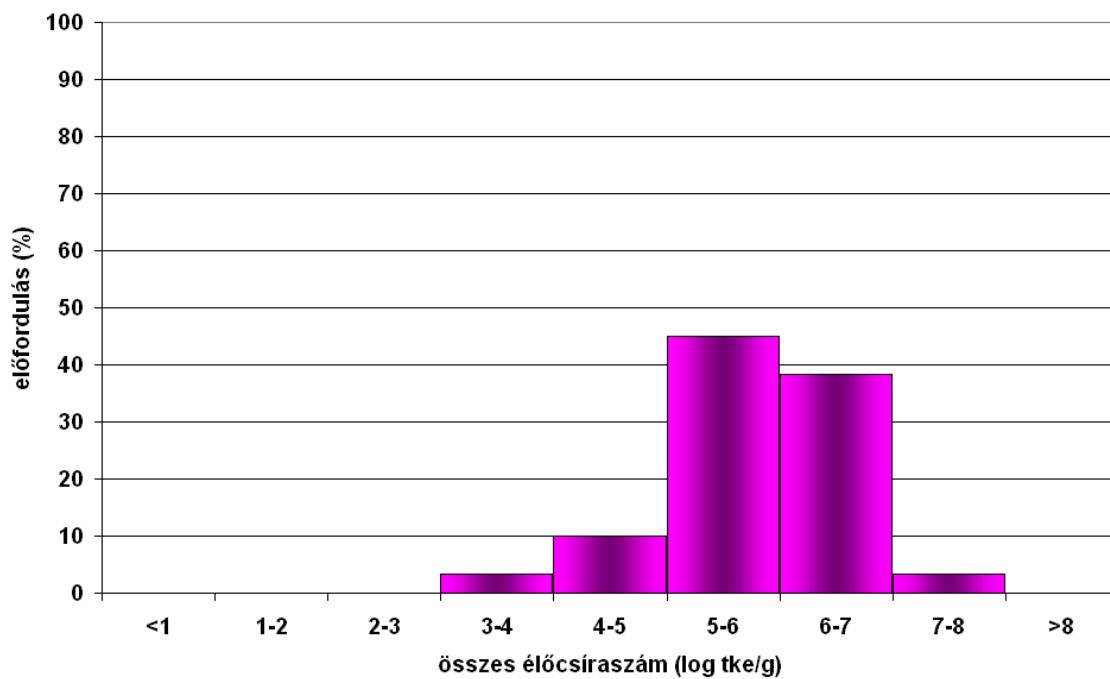
Véleményem szerint a klóros mosást hazánkban is engedélyezni kellene, hiszen élelmiszerbiztonsági kockázata nincs ilyen kis mértékben a feldolgozás ezen szakaszában, azonban kísérleteim alapján a csíraszám csökkentő hatása van.

6.3. A fűszerpaprika féltermékek vizsgálatának eredményei

A fűszerpaprika féltermék mintákat egy magyarországi nagy fűszerpaprika feldolgozó gyárból feldolgozás előtt a gyár féltermék zsákjaiból vettem, a gyár szakembereinek segítségével. Ezzel biztosítva volt, hogy a féltermékek mikrobiológiai szennyezettségének felméréséhez általam felhasznált minták hűen tükrözik az ipari előállítás körülményeit. A minták a 2004 - 2006 közötti időszakból a szegedi fűszerpaprika termesztési tájkörzetből, így Kiskundorozsmáráról, Üllésről, Szentmihálytelekről és más településekről valamint külföldről származtak. A magyar féltermékek az ipari előállításnak megfelelően szárított, aprított paprikák voltak, míg a külföldiek (Peru, Dél-Afrika, Brazília) egészben szárított féltermékek voltak. A mintákból mértem az ergoszterin, az ochratoxin-A, az aflatoxin B₁, B₂, G₁, G₂ tartalmat, valamint a következő mikroorganizmusokat és mikrobacsoportokat: mezofil összes aerob élősíra, penészek, élesztők, koliformok, *Escherichia coli*.

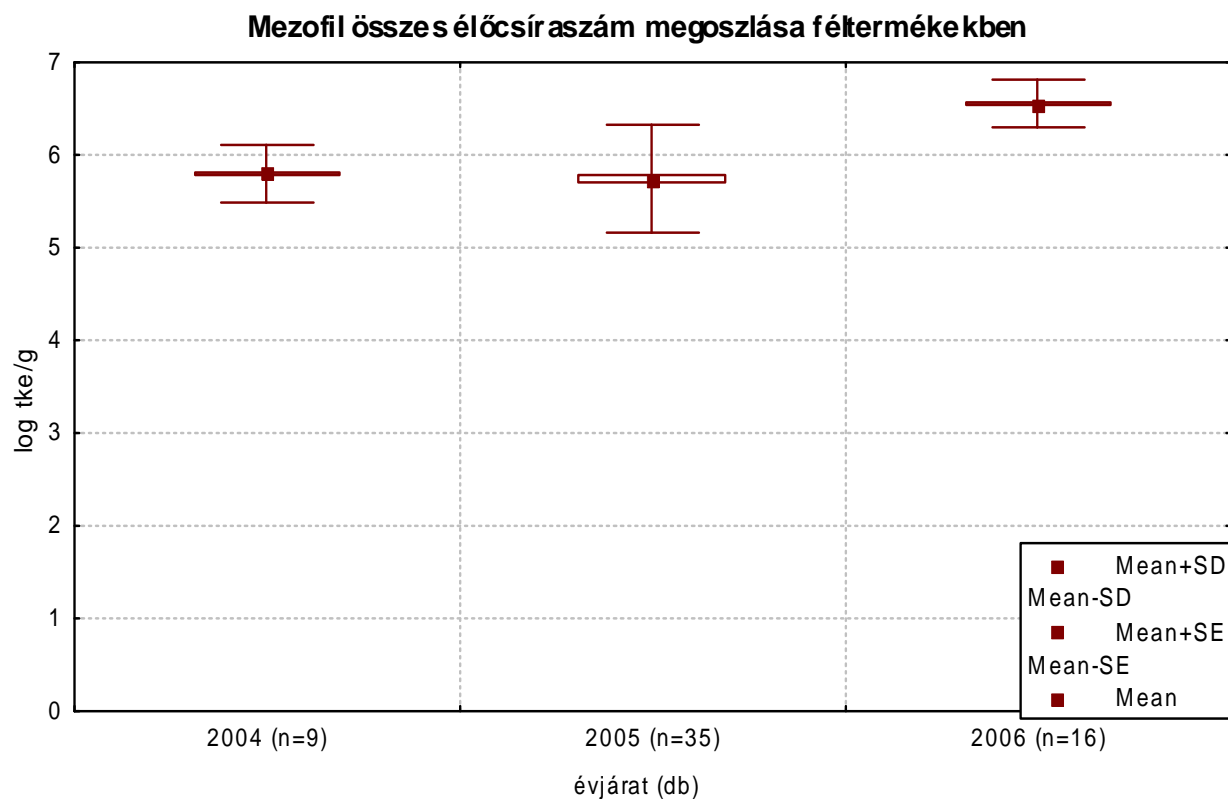
Az ipari féltermékek mikrobiológiai eredményeit hisztogramokban és plot boxokban mutatom be. A hisztogramokat és plot boxokat mikroorganizmosok/mikrobacsoportok csíraszámára alapján készítettem el.

A mezofil összes élőcsíraszám értékei a fűszerpaprika féltermékekben $10^3 - 10^7$ tke/g között változtak, a minták kétharmadának csíraszámja $10^5 - 10^6$ tke/g között volt (20. ábra). Ezek a telepszámok megfelelnek egy fűszer összes élőcsíraszámának.



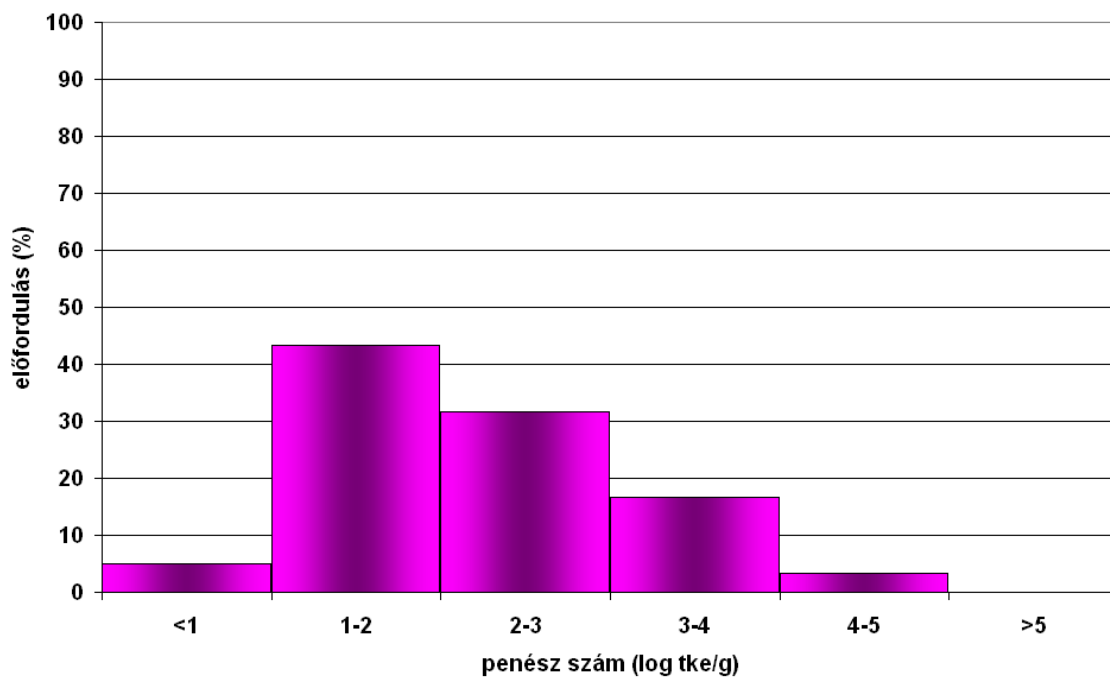
20. ábra: A fűszerpaprika féltermékek összes élőcsíraszámának hiszogramja

A fűszerpaprika féltermékek összes élőcsíraszám értékek között az első két évjáratban (2004-2005) nem volt szignifikáns különbség, a csíraszám 10^5 tke/g volt. A 2006-os évjáratú fűszerpaprika féltermékek csíraszámja egy nagyságrenddel nagyobb volt, 10^6 tke/g körül voltak a csíraszám értékek (21. ábra).



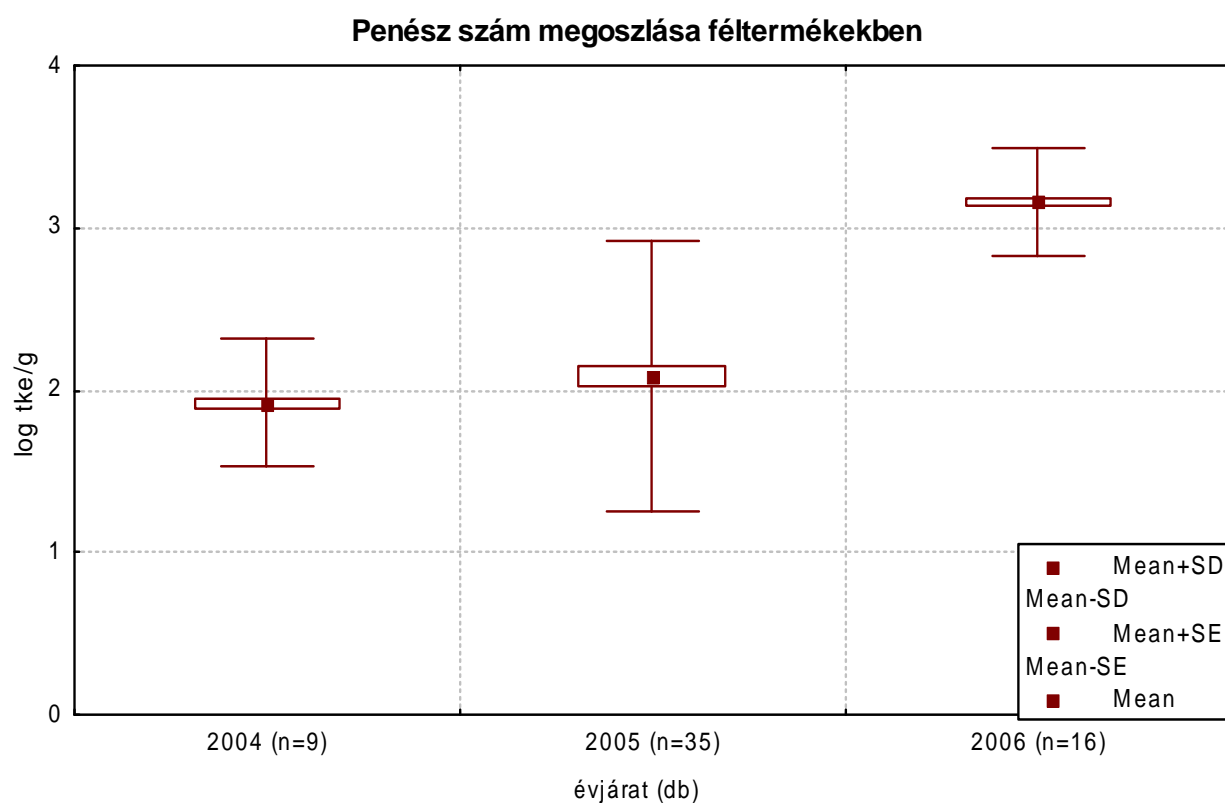
21. ábra: A fűszerpaprika féltermékek összes élőcsíraszámának évjárat szerinti megoszlása

A fűszerpaprika féltermékek penész száma a kimutatási határ és 10^4 tke/g között változott, a minták több mint kétharmadának penész száma 10^1 - 10^2 tke/g volt (22. ábra).



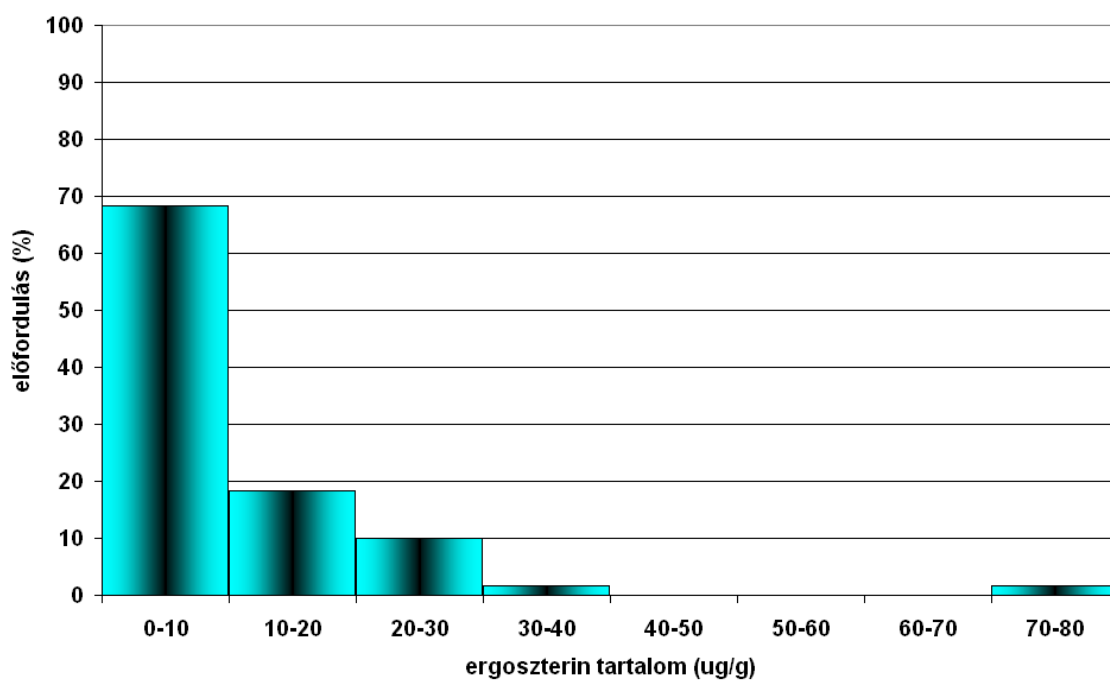
22. ábra: A fűszerpaprika féltermékek penész számának hisztogramja

A fűszerpaprika féltermékek penészsám megoszlása évjáratonként hasonlít az összes élőcsíraszám megoszlásához. A 2004-2005-ös évjáratú paprikák penész száma kb. 10^2 tke/g, míg a 2006-os évjáratú fűszerpaprika féltermékek penész száma egy nagyságrenddel nagyobb, 10^3 tke/g (23. ábra).



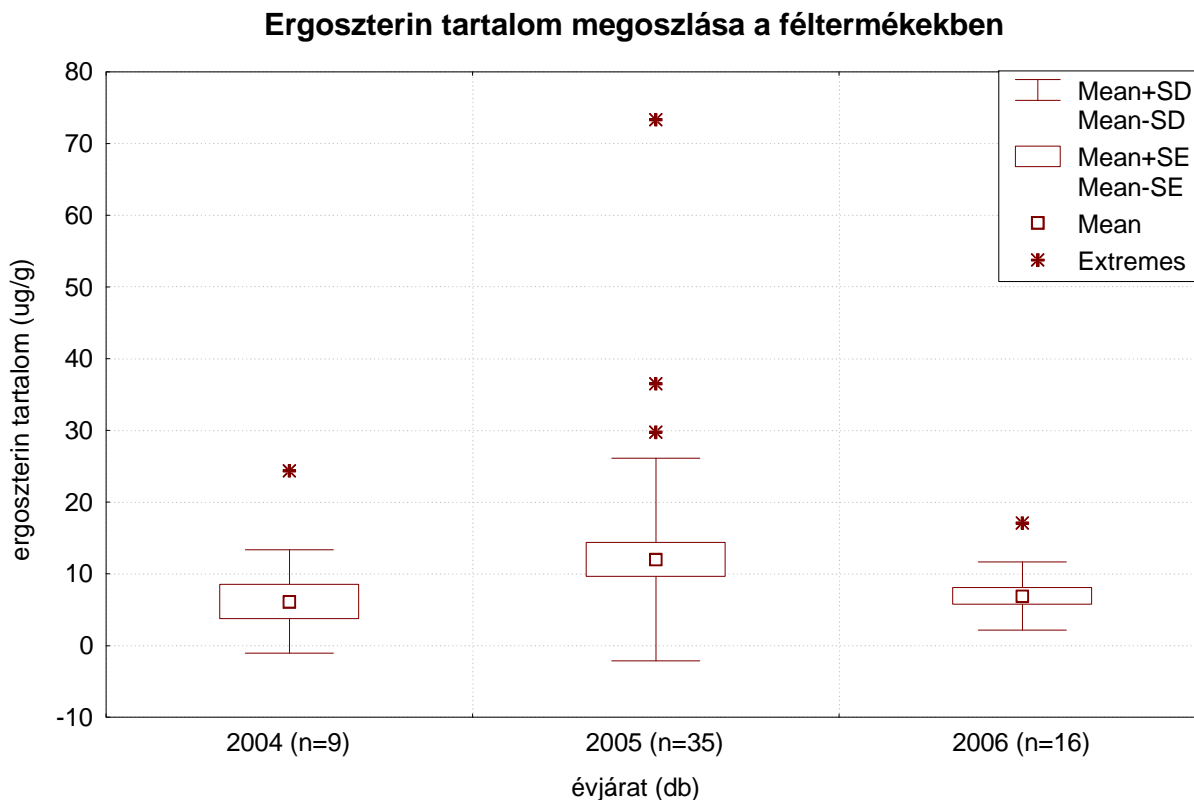
23. ábra: A fűszerpaprika féltermékek penészsámának évjárat szerinti megoszlása

A fűszerpaprika féltermékek tényleges penész szennyezettségére a penész élőcsíraszám nem ad felvilágosítást, ezért a meghatároztam féltermékek ergoszterin tartalmát is, ami penész membrán alkotórésze. A féltermékek ergoszterin tartalma 0,5 és 73,3 $\mu\text{g/g}$ között változott (24. ábra), mely alacsony penész szennyezettségre utal.. A minták több mint kétharmadának ergoszterin tartalma kevesebb volt, mint 10 $\mu\text{g/g}$. A két hisztogram összehasonlításából jól látszik, hogy a penész szám meghatározása nem elégséges a penész szennyezettség meghatározásához fűszerpaprika féltermékek esetén.



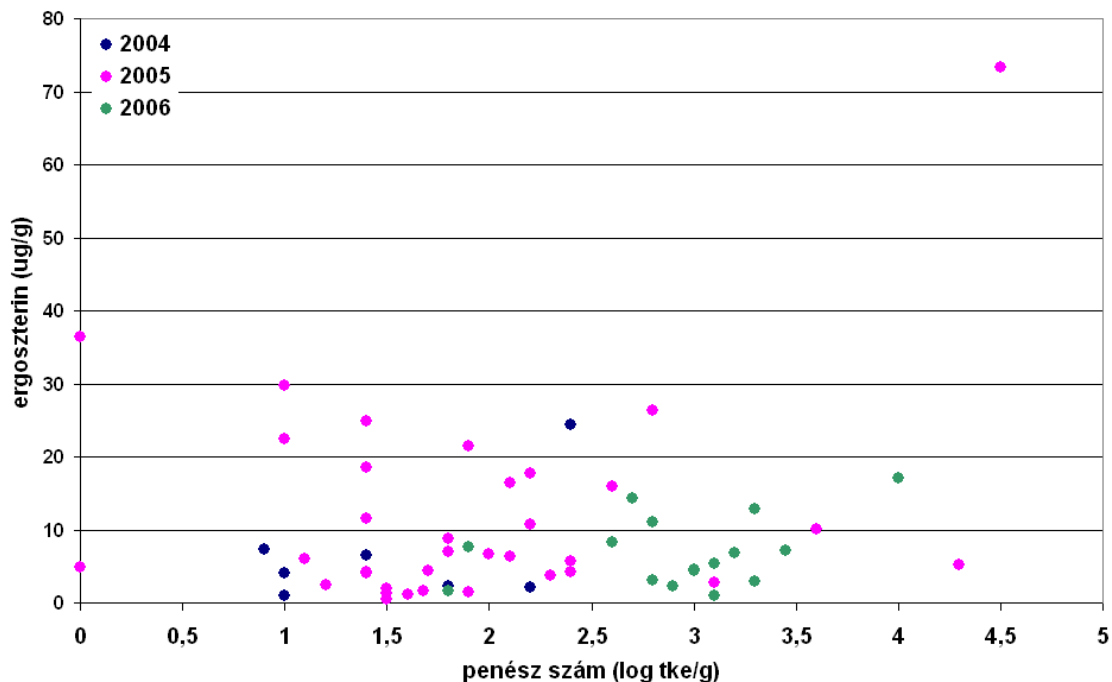
24. ábra: A fűszerpaprika féltermékek ergoszterin tartalmának hisztogramja

A fűszerpaprika féltermékek évjáratonkénti megoszlása nem hasonlít a penész számának megoszlásához (25. ábra). A 2006 és a 2004-es évjárat nagyon hasonlít, míg a 2005-ös évjárat ergoszterin tartalmának átlaga kicsit nagyobb, de ez a különbség nem szignifikáns. A 2005-ös évjárat nagy mintaszámából adódik feltehetően a nagy szórás, igazán kiugró adatok is ebből az évjáratból vannak. A legnagyobb ergoszterin tartalommal (73,3 $\mu\text{g/g}$) rendelkező fűszerpaprika féltermék egy Brazíliából származó féltermék volt.



25. ábra: A fűszerpaprika féltermékek ergoszterin tartalmának évjárat szerinti megoszlása

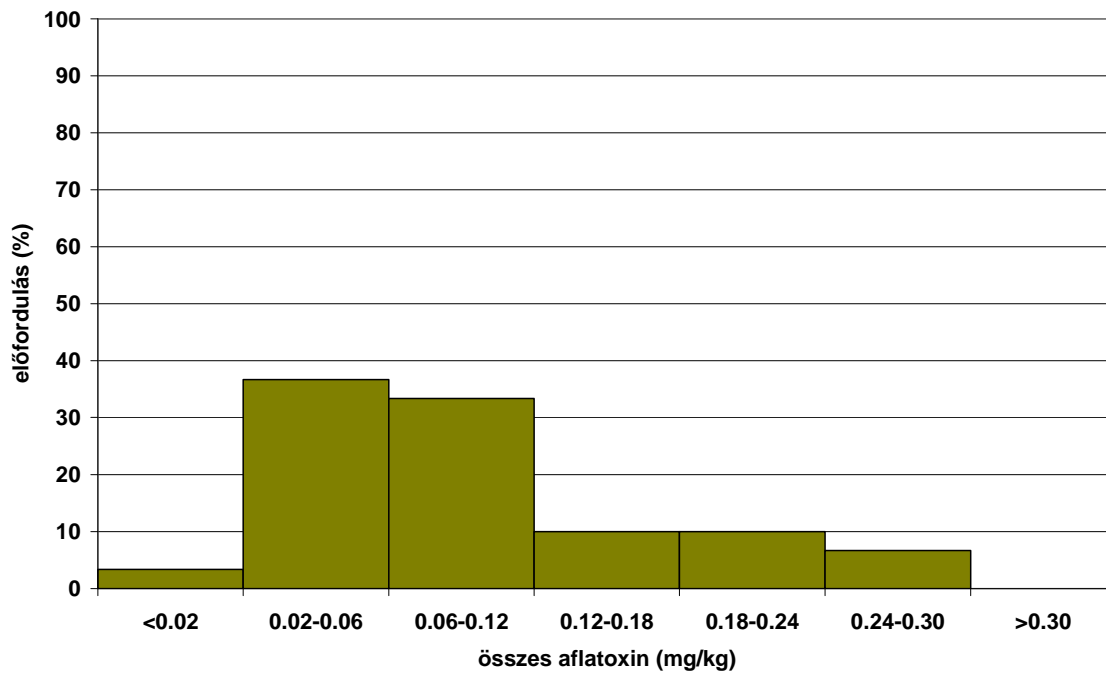
A két megoszlásból is már jól látszik, hogy összefüggés a fűszerpaprika féltermékek penész száma és az ergoszterin tartalma között nem volt, azonban ezt a legszemléletesebben a 26. ábra mutatja, ahol a különböző színek az évjáratokat jelzik.



26. ábra: Összefüggés a fűszerpaprika féltermékek penész száma és ergoszterin tartalma között

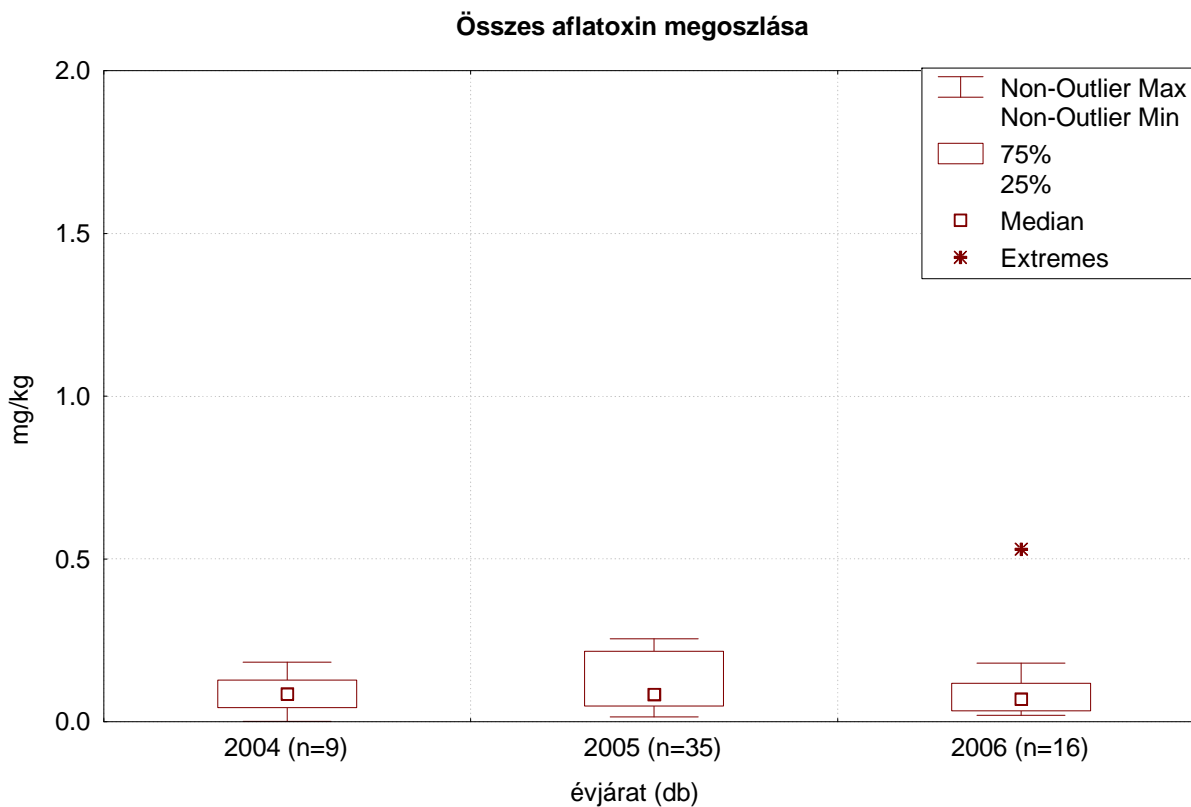
A penész szennyezettséggel a mikotoxintartalom csak akkor van összefüggésben, ha a toxin termelő fajoknak kedveznek a körülmények. A mintákból ezért meghatároztam az ochratoxin A, az aflatoxin B₁, B₂, G₁ és G₂ szennyezettséget is, mivel nem tudtam mely penész fajok szaporodtak el a termesztés alatt a termésein. A jelenlegi magyarországi klimatikus viszonyok között csak kis mértékű aflatoxin képződés történhet, azonban a hőmérsékleti viszonyok nem gátolják az OTA képződését. A minták alacsony mikotoxin szennyezettségére való tekintettel kis léptékű hisztogramokban mutatom be az eredményeket, a fűszerpaprika féltermékek aflatoxin szennyezettségét a 29. ábra, míg az OTA szennyezettségét a 30. ábra tartalmazza.

A fűszerpaprika féltermékek összes aflatoxin szennyezettsége a kimutatási határ (0,02 mg/kg) és 0,30 mg/kg között volt (27. ábra), legnagyobb mennyiségben 0,02-0,12 mg/kg között volt. Az összes aflatoxin szennyezettség és az aflatoxin B₁ szennyezettség nagyon kicsi, a megengedett határértéket meg sem közelítő volt.



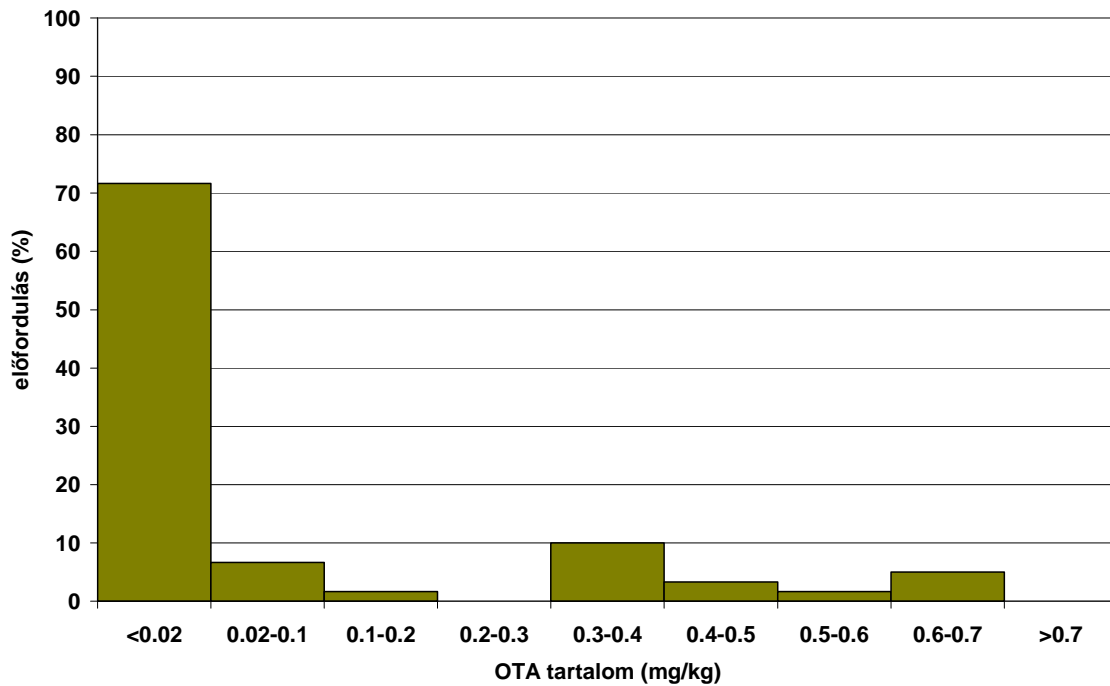
27. ábra: A fűszerpaprika féltermékek összes aflatoxin szennyezettségének hisztogramja

A fűszerpaprika féltermékek aflatoxin szennyezettsége évjáratonként nem különbözött (28. ábra).



28. ábra: A fűszerpaprika féltermékek összes aflatoxin szennyezettségének évjárat szerinti megoszlása

A fűszerpaprika féltermékek ochratoxin A szennyezettsége szintén nagyon alacsony volt (29. ábra), a mikotoxin értékek a kimutatási határ (0,02 mg/kg) és 0,7 mg/kg között voltak, három minta volt csak e fölötti OTA szennyezettségű (2,4; 4,4 és 4,5 mg/kg), a minták több mint kétharmadában nem tudtam OTA-t kimutatni.



29. ábra: A fűszerpaprika féltermékek ochratoxin A szennyezettségének hisztogramja

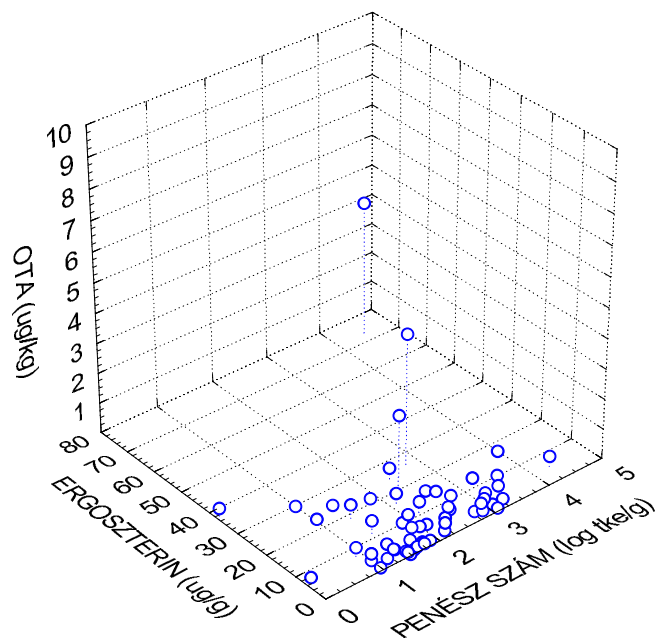
Az ochratoxin A szennyezettség éves megoszlását a 30. ábra szemlélteti, a 2004-es évjáratban, a kimutatási határ körül volt az OTA szennyezettség, míg a 2006-os évjáratú mintákból nem lehetett OTA-t kimutatni, a 2005-ös évjáratú mintákban is rendkívül alacsony volt az OTA szennyezettség a három kiugró minta ellenére is.



30. ábra: A fűszerpaprika féltermékek OTA szennyezettségének évjárat szerinti megoszlása

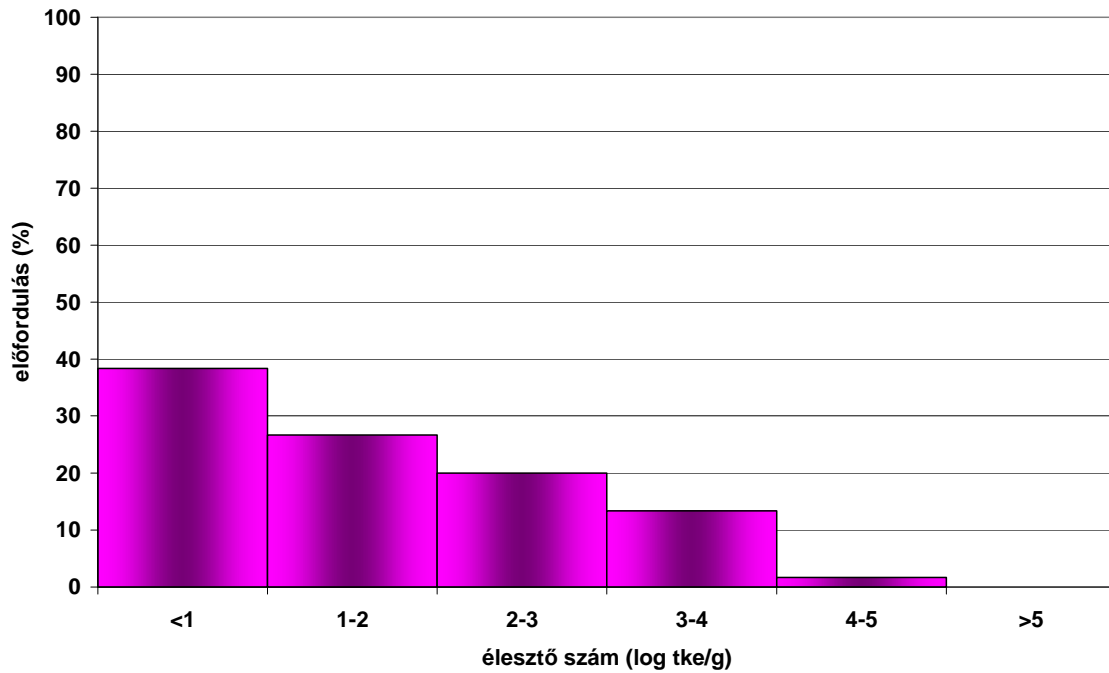
Összefüggést a fűszerpaprika féltermékek penész szennyezettsége, az ergoszterin és OTA tartalma között nem sikerült kimutatni (31. ábra). Nagy ergoszterin tartalomhoz nem tartozott nagy penész szám, mivel a szárítás az élőcsíraszámot nagyban csökkentette. Ugyanakkor magasabb OTA szennyezettség esetén nem bizonyosodott be, hogy nagy ergoszterin tartalom tartozik, mivel a két 4 mg/kg OTA tartalomhoz 73 és 26 $\mu\text{g/g}$ ergoszterin tartalom tartozik. A penész élőcsíraszám és az OTA szennyezettség között sem volt összefüggés. Az ergoszterin tartalomban nemcsak az élőcsíraszám, hanem a már elpusztult penésztömeget is kimutatjuk, így az összefüggés hiánya nem zavaró, míg a toxinképződés a környezeti paraméterekkel függ össze és nem a penész szennyezettség mértékével, ezért könnyen érthető miért nincs összefüggés a mikotoxin tartalom és a penész szennyezettség között.

2004, 2005, 2006 fűszerpaprika féltermék
(n=60 db)



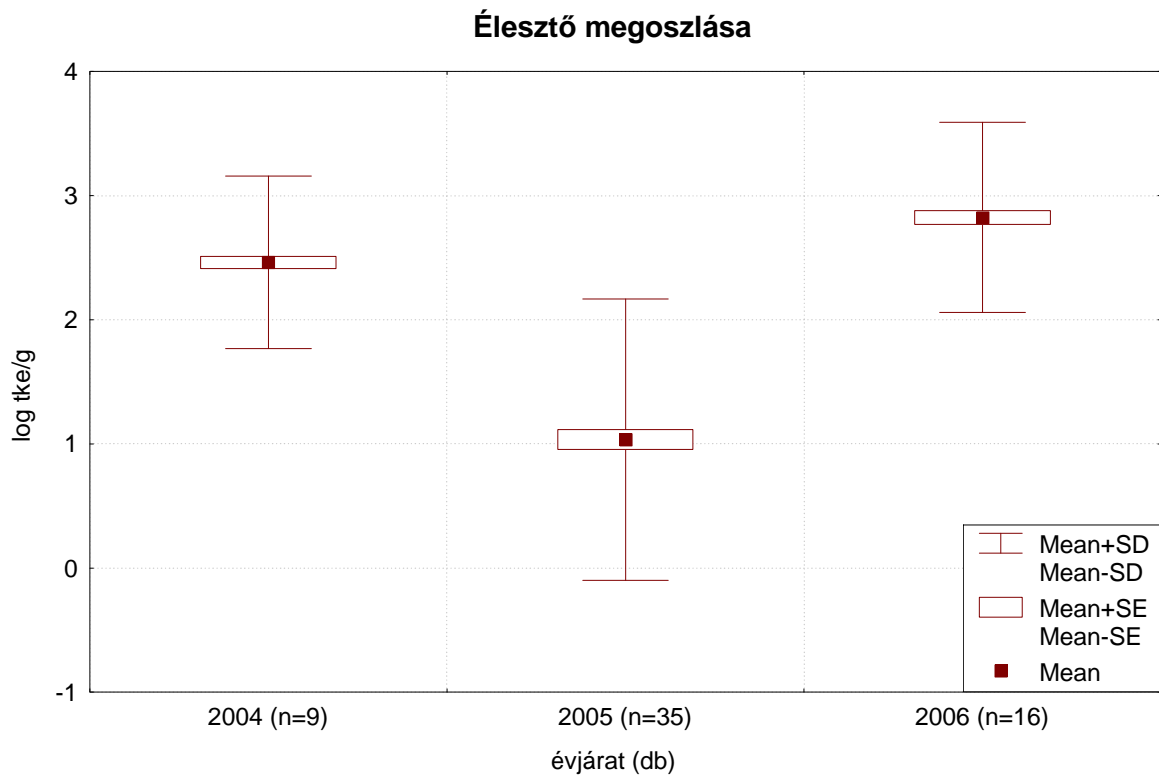
31. ábra: Összefüggés a fűszerpaprika penész száma, ergoszterin és OTA tartalma között

Az élesztők száma a fűszerpaprika féltermékekben a kimutatási határ és 10^4 tke/g között változtak, a minták kétharmadának élesztő csíraszám 10^2 tke/g alatt volt (32. ábra).



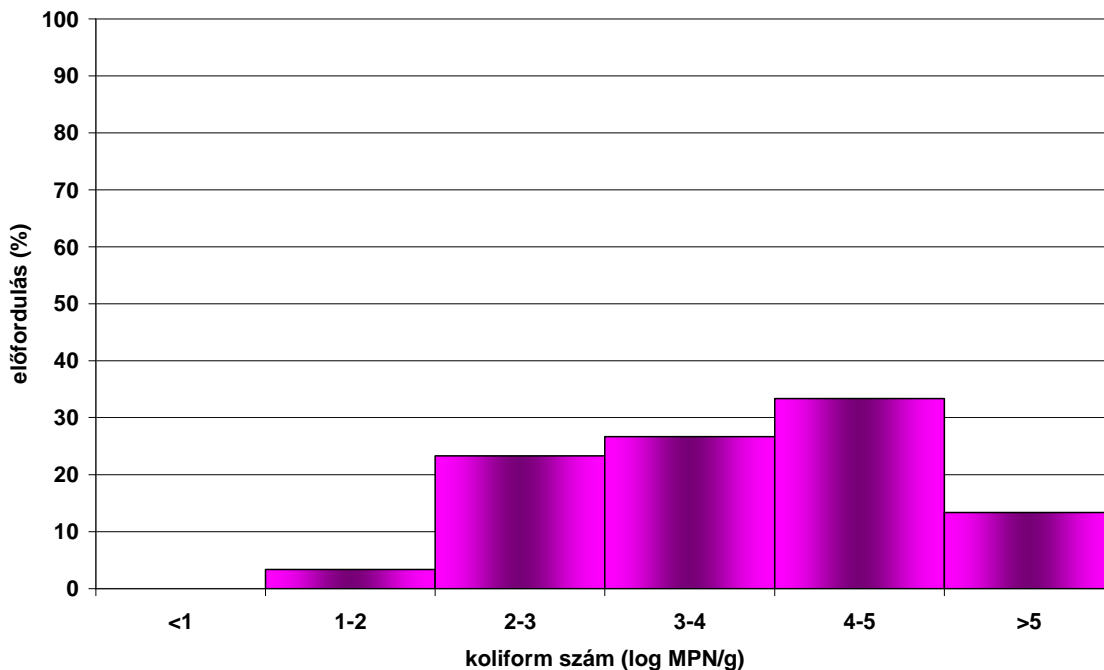
32. ábra: A fűszerpaprika féltermékek élesztő számának hisztogramja

Az élesztők számának eloszlása évjáratonként nem változott szignifikánsan (33. ábra), bár az évjáratonkénti átlagok között van némi eltérés.

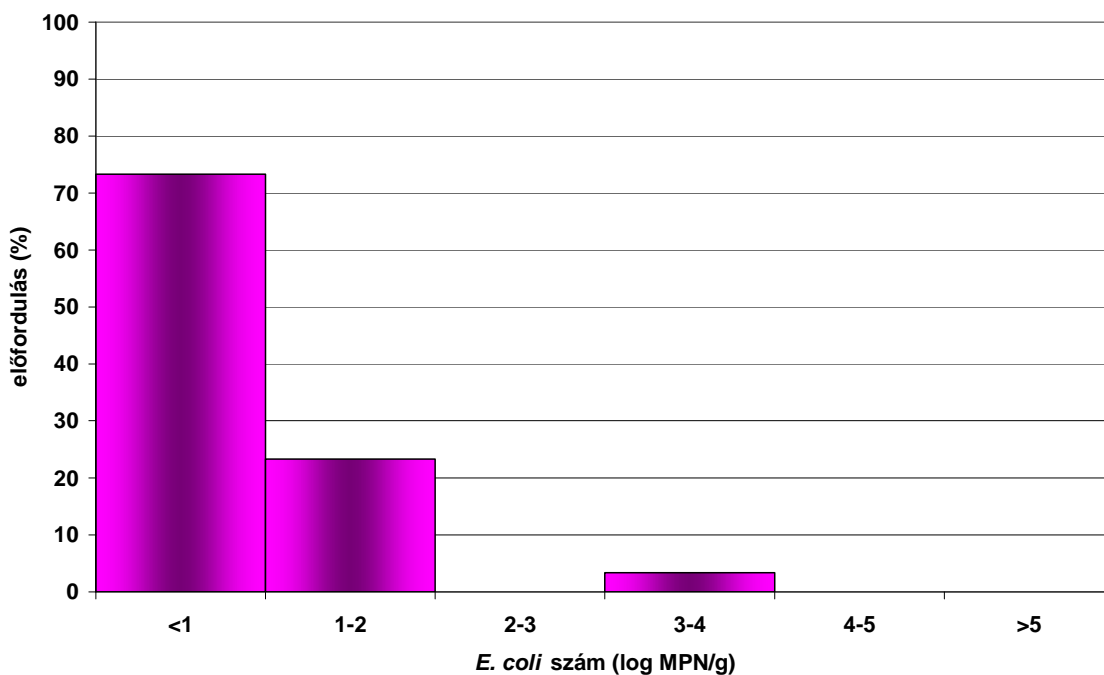


33. ábra: A fűszerpaprika féltermékek élesztő számának évjárat szerinti megoszlása

A koliformok és *Escherichia coli* eredményeket hisztogramokban mutatom be. A fűszerpaprika féltermékekben a koliformok száma 10^1 - 10^4 tke/g között változott (34. ábra), míg az *Escherichia coli* a kimutatási határ és 10^3 tke/g között volt, de a legtöbb mintában nem sikerült *E. coli* baktériumot kimutatnom (35. ábra).



34. ábra: A fűszerpaprika féltermékek kóliform baktériumok számának hisztogramja



35. ábra: A fűszerpaprika féltermékek *Escherichia coli* számának hisztogramja

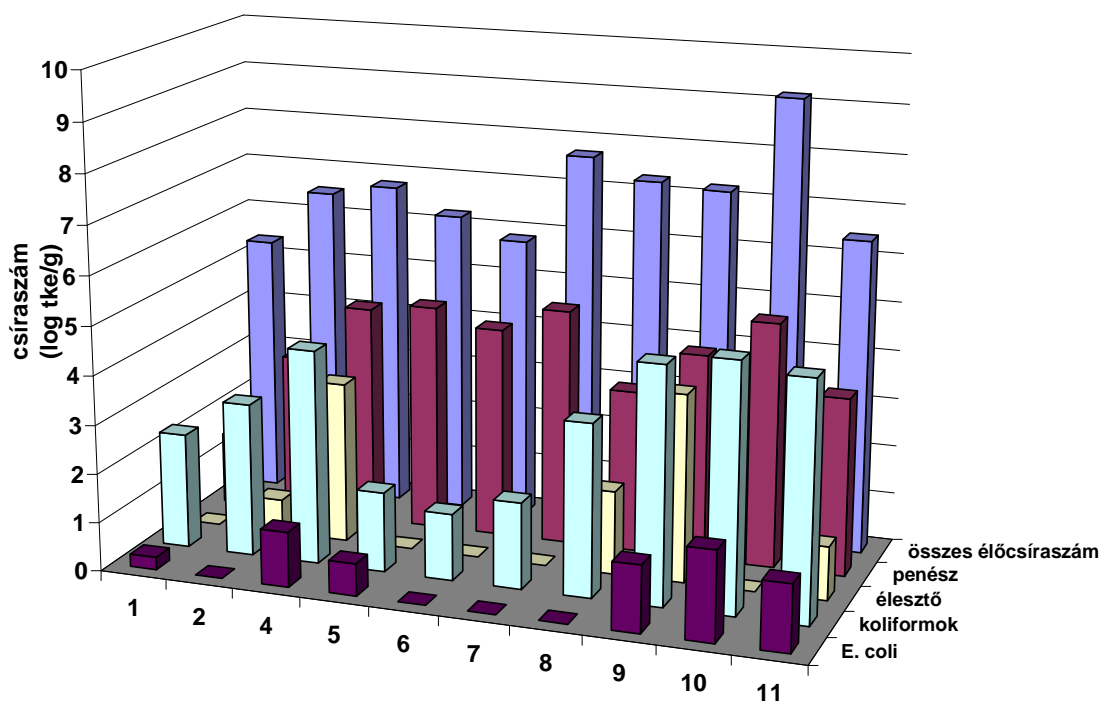
A fűszerpaprika féltermékek mikrobiológia vizsgálatának eredményei alapján megállapítható, hogy a különböző mikrobacsoportok szennyezettsége között nincs szoros összefüggés évjárat szerint, valamint hogy a mikrobiológiai szennyezettsége megfelel az általános fűszerszennyezettségnek. A fűszerpaprika féltermék minták penész száma, ergoszterin tartalma és mikotoxin szennyezettsége között nem találtam összefüggést, tehát az élőcsíraszám jelentős része elpusztult a szárítás során, a mikotoxin szennyezettség pedig a környezeti körülményektől függ és nem a penész szennyezettség mértékétől, azonban jelentős ergoszterin tartalom utalhat mikotoxin szennyezettségre. A hagyományos mikrobiológiai módszerrel megállapított élő penész csíraszám a féltermék tényleges penész szennyezettségét nem fejezi ki.

6.4. A fűszerpaprika őrlemény minták eredményei

A kísérletben házi és kereskedelmi őrleményeket vizsgáltam. A házi fűszerpaprika minták két alföldi termesztési körzetből származtak: a szegedi körzetből három őrleményt, míg a további tizenegy házi fűszerpaprika őrleményt Kiskunhalas környékéről vizsgáltam. A mintákat helyi piaci árusoktól, illetve helyi egyéni gazdálkodóktól szereztem be. Minden házi őrlemény PP zacskóban egy kg-os kiszerelésben volt, az eladók szerint a paprikákat kézi szedéssel takarították be, valamint csoma eltávolítást is végeztek.

A boltokból is vásároltam fűszerpaprika őrleményeket, melyek a következő márkájúak voltak: Spar, Tesco, Kotányi, Kalocsai, Szegedi valamint külföldön beszerzett fűszerpaprika őrlemények, melyek a következők voltak: Tesco (Dél-Afrika) és Pigmenton El-Rey (Spanyol).

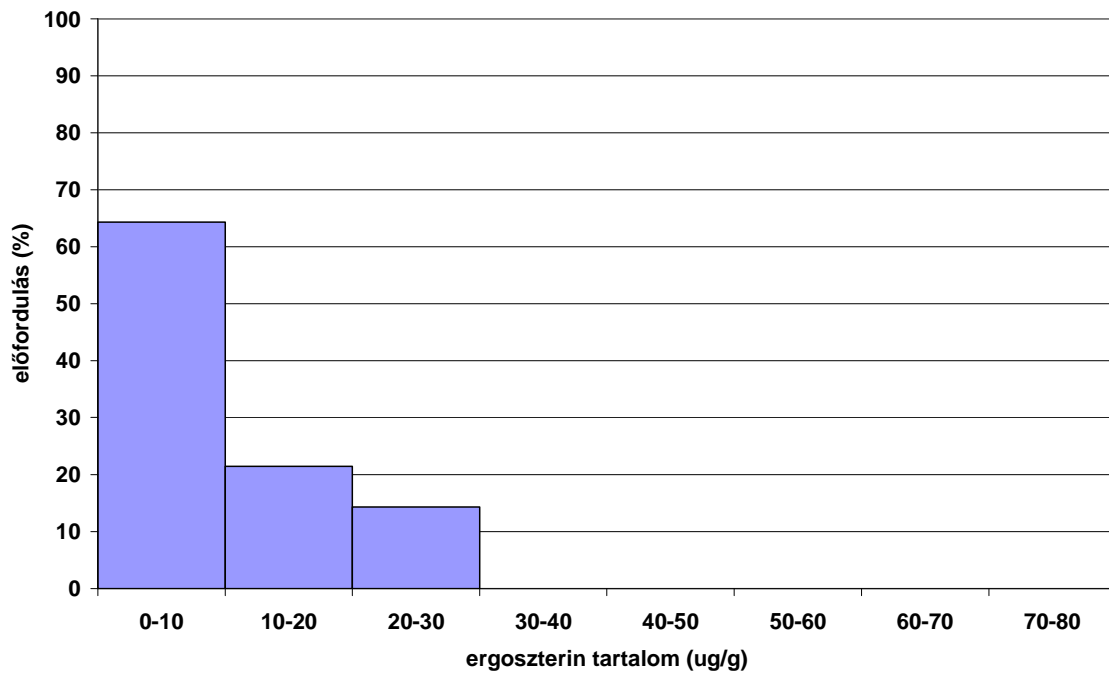
A Kiskunhalas környékéről beszerzett házi fűszerpaprika mikrobiológiai vizsgálata során tizenegy csemege paprikaőrlemény vizsgálatára került sor. A mikrobiológiai eredményeket a 36. ábra tartalmazza.



36. ábra: A Kiskunhalas környékéről származó házi fűszerpaprika őrlemények mikrobiológiai eredményei

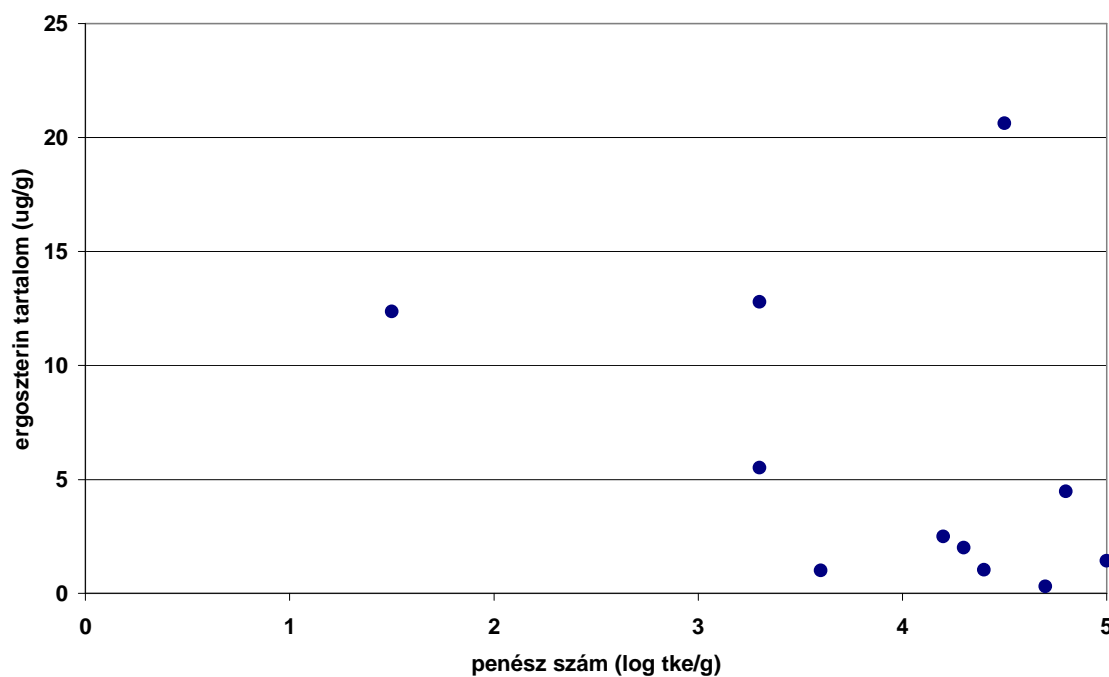
A házi fűszerpaprika őrlemények mikrobiológiai szempontból nem különböznek statisztikai módszerrel végzett összehasonlítás alapján, mivel az egytényezős varianciaanalízis (ismétlések nélkül) eredménye nem lett szignifikáns. A számított F érték egytényezős varianciaanalízissel 0,481, míg az $F_{krit} = 2,124$ 95 %-os szignifikancia szint mellett.

A házi fűszerpaprika őrlemények ergoszterin tartalma nem különbözött a fűszerpaprika féltermékek ergoszterin tartalmától jelentősen, mint ahogy ezt a 37. ábra is mutatja.



37. ábra: A házi fűszerpaprika őrlemények ergoszterin tartalmának megoszlása

A házi fűszerpaprika őrlemények penész szennyezettsége és ergoszterin tartalma között sem sikerült összefüggést találni (38. ábra), a gyártási technológia során a szárítás alatt olyan hőkezelést kap a termék, mely az élőcsíraszámot jelentősen csökkenti.



38. ábra: Összefüggés a penész szennyezettség és az ergoszterin tartalom között házi fűszerpaprika őrlemény esetén (n = 11 db)

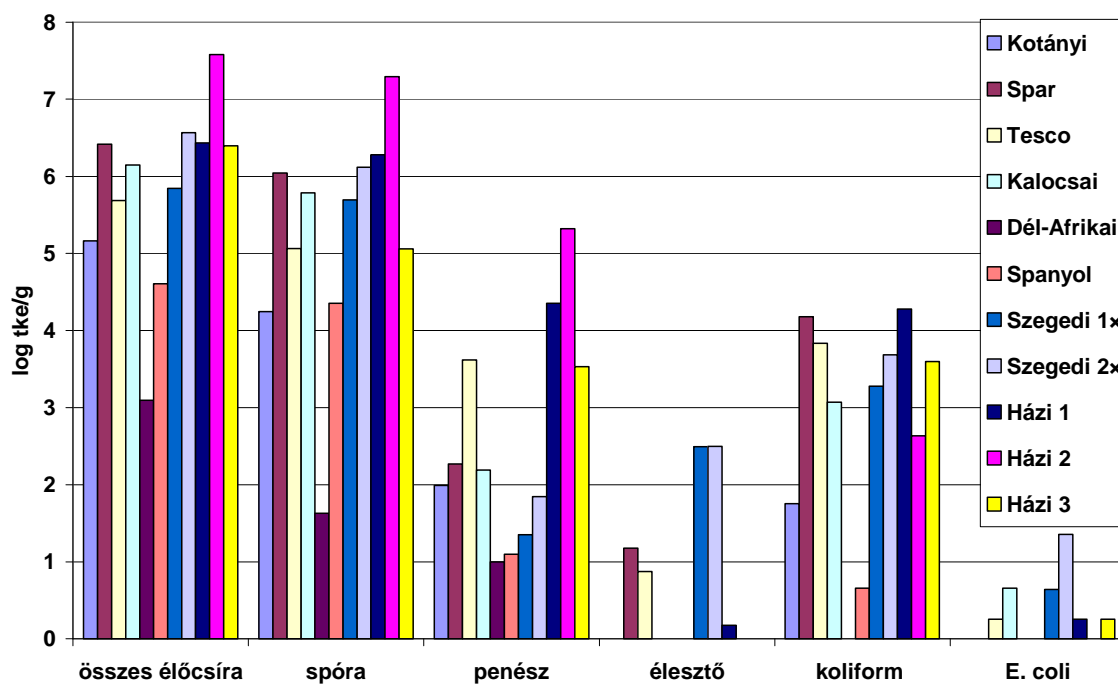
A mikotoxin szennyezettségét a Kiskunhalas környékéről származó házi fűszerpaprika őrleményeknek a 10. táblázat tartalmazza. Az ochratoxin A tartalom minden mintában a kimutatási határ (0,02 mg/kg) alatt volt, az összes aflatoxin szennyezettség is alacsony volt.

10. táblázat: A házi fűszerpaprika őrlemények mikotoxin tartalma

Mintaszám	Összes aflatoxin tartalom (mg/kg)	Ochratoxin A tartalom (mg/kg)
1	0,09	<0,02
2	<0,02	<0,02
3	0,04	<0,02
4	0,05	<0,02
5	0,01	<0,02
6	<0,02	<0,02
7	0,07	<0,02
8	0,03	<0,02
9	0,08	<0,02
10	0,02	<0,02
11	0,02	<0,02

A rendkívül alacsony mikotoxin szennyezettség miatt nem volt lehetőség összefüggést keresni a mikotoxin szennyezettség és egyéb mikrobiológiai paraméter között, de a korábbi eredményeim alapján nem is volt várható összefüggés.

A boltban kapható fűszerpaprika őrleményeket hasonlítottam összes élelmiszer biztonsági szempontból, de a különböző minta mennyiségek miatt csak a mikrobiális szennyezettséget hasonlítottam össze (39. ábra). A kísérletben öt hazánkban kapható (kalocsai, szegedi, Spar, Kotányi, Tesco) és két külföldön (spanyol, dél-afrikai) kapható fűszerpaprika őrleményt, valamint három Szeged környékéről származó házi fűszerpaprika őrlemény vizsgáltam. A fűszerpaprika őrlemények mikrobiológiai szempontból nagyon hasonló szennyezettségűek voltak, azonban a Dél-Afrikából származó fűszerpaprika őrlemény szennyezettsége jóval alacsonyabb volt a többinél. Az őrlemény valószínűleg egy további csíracökkentő beavatkozáson esett át, elsősorban ionizáló sugárzással történő csíraszám csökkenés történhetett, azonban a minta kis mennyisége miatt a besugárzás vizsgálatát nem volt módomban elvégezni. A dél-afrikai őrlemény besugárzottságát így nem volt alkalmam igazolni.



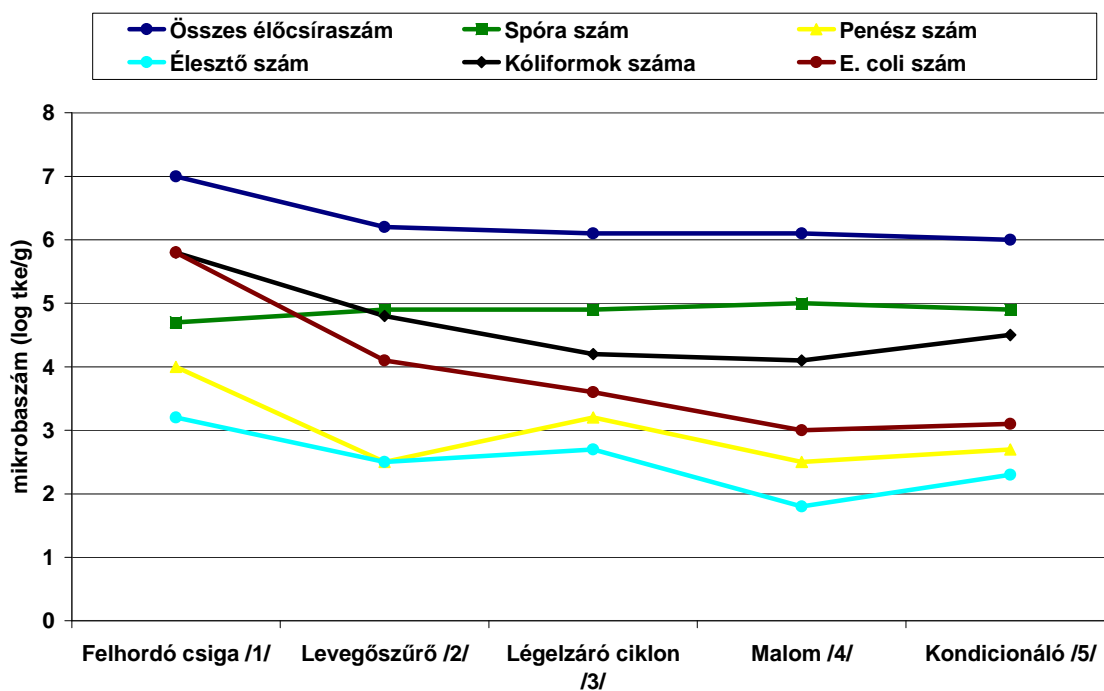
39. ábra: A kereskedelmi forgalomban kapható fűszerpaprika őrlemények mikrobiológiai szennyezettsége

A kísérletsorozat végén megállapítható, hogy a házi és a kereskedelmi forgalomban kapható fűszerpaprika őrlemények között mikrobiológiai szempontból nincs különbség, de nem is volt várható a hasonló gyártási lépcsőfokok miatt.

6.5. A gyártósoron lévő technológiai szennyező minták vizsgálatának eredményei

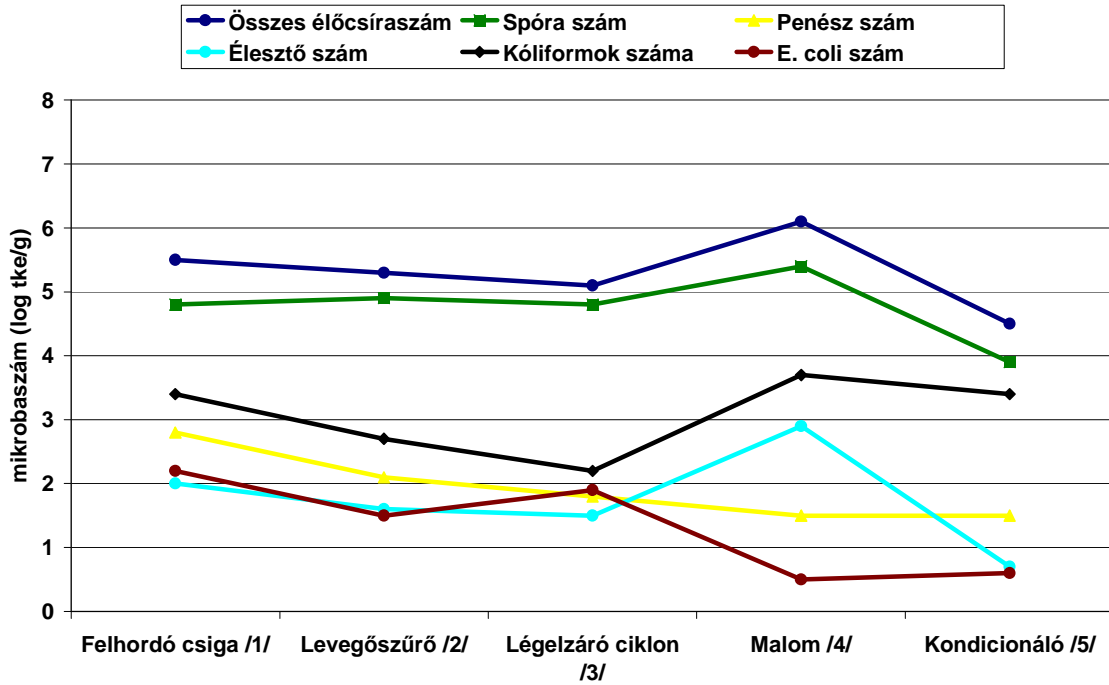
A pangó fűszerpaprika törmelékek a gyártás során rakódnak le, olyan helyeken, ahol a folyamatos gyártás miatt nem tudják csak évente két-három alkalommal kitisztítani a helyet. Általában ilyenkor a berendezést is szét kell szedni, ezért a gyár egy-két napra leáll. A technológia során ezek a fekvő minták mikrobiológiai szempontból szennyezhetik a készülő terméket, éppen ezért volt fontos több időpontban megvizsgálni ugyanazon mintavételi pontokon a pangó mintákat. A következő technológiai lépéseknél vettem mintát: féltermék zúzalékot felhordócsiga alól, levegőszűrőnél lévő pangó fűszerpaprika por, légelzáró ciklonnál lévő pangó por, kondicionálónál lévő pangó por, malom őrleőkövein lerakodott fűszerpaprika por. A 2007-es évben minden tisztítás során megvizsgáltam a pangó fűszerpaprika csíraszámát.

A márciusi mintavétel esetén a vizsgált csíraszámok a mintavételi pontokon hasonlóak voltak (40. ábra), nem volt olyan kiugróan magas csíraszám érték, mely esetében lehetséges lenne a fűszerpaprika gyártás során bekövetkező utószennyeződése, összehasonlítva a technológiai pontokon vett minták mikrobaszámával..



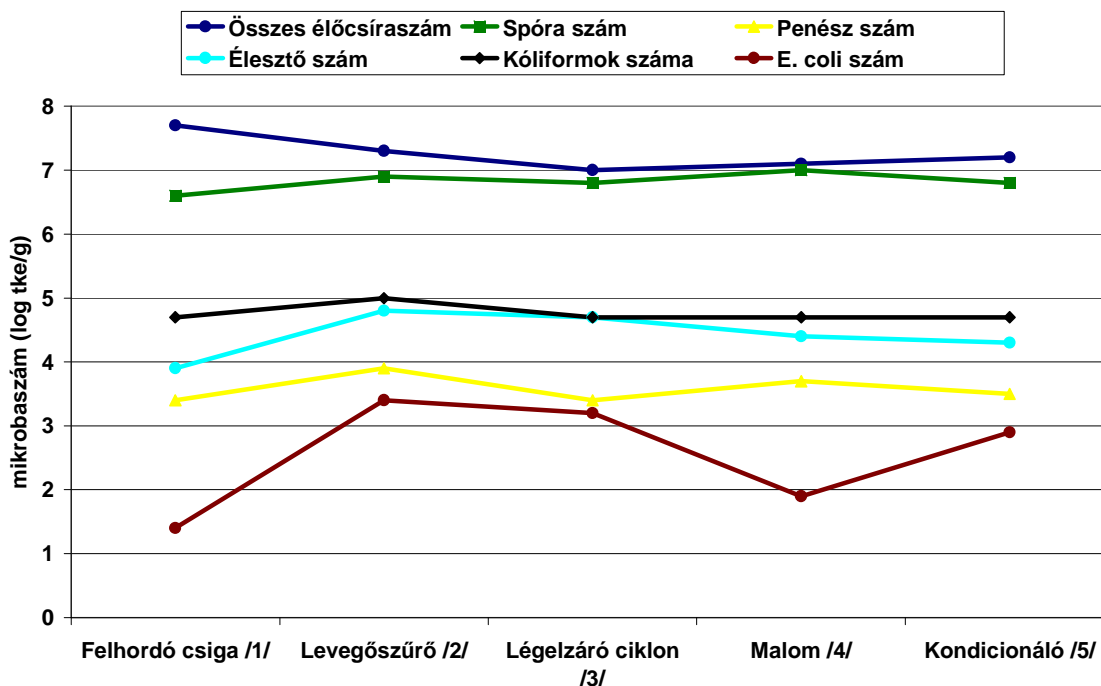
40. ábra: A gyártósoron lévő pangó fűszerpaprika törmelékek csíraszama (2007 március)

Az augusztusi mintavétel esetén a vizsgált csíraszámok a mintavételi pontokon hasonlóak voltak (41. ábra), a különböző pontok csíraszámának változása javarészt ugyanolyan lefutású. Nem volt olyan pangó fűszerpaprika törmelék, mely lehetővé tette volna a fűszerpaprika gyártása során az utószennyeződést.



41. ábra: A gyártósoron lévő pangó fűszerpaprika törmelékek csíraszám (2007 augusztus)

A decemberi mintavétel esetén a vizsgált csíraszámok a mintavételi pontokon az *Esherichia coli* kivételével, mely két nagyságrenden belül változott, egy nagyságrenden belül változott (42. ábra). A három mintavételi időpont közül ebben az időpontban voltak a legszennyezettebbek a minták, azonban ezek a mikrobaszámok sem túl nagyok ahhoz, hogy a termék csíraszámát jelentősen befolyásolják.



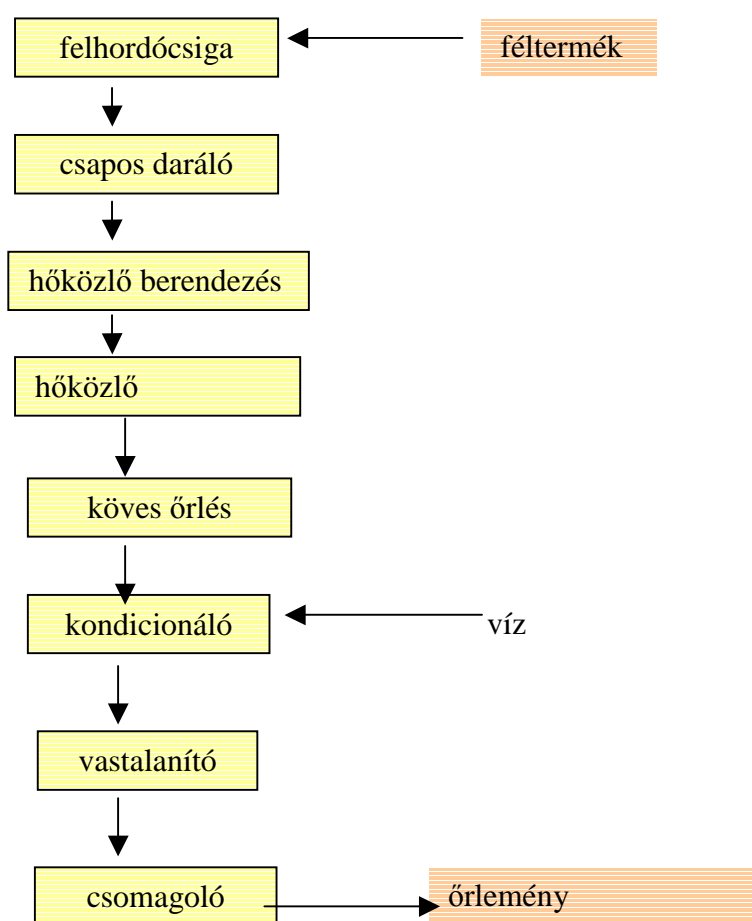
42. ábra: A gyártósoron lévő pangó fűszerpaprika törmelékek csíraszama (2007 december)

A gyártósoron lévő paprika szennyező törmelékekből a fenti adatok alapján valószínűsíthetően az őrlemény gyártás során nem szennyeződik a paprikaőrlemény. A paprika mikrobiológiai állapota határozza meg a későbbi őrlemény mikrobiológiai állapotát, utószennyeződés a gyártósoron csak súlyos emberi mulasztás következtében lehetséges.

6.6. Gyártósorról technológiai pontokon vett minták eredményei

A fűszerpaprika gyártása során a gyártósoron féltermékből fűszerpaprika őrlemény lesz, terméket különböző fizika (hőhatások) érik, ami a termék mikrobiológiai állapotát megváltoztathatja. A mintavétel technikai és technológiai szempontok miatt a következő technológiai lépéseknél volt: a felhordócsigánál féltermék minta, a kalapácsos darálónál

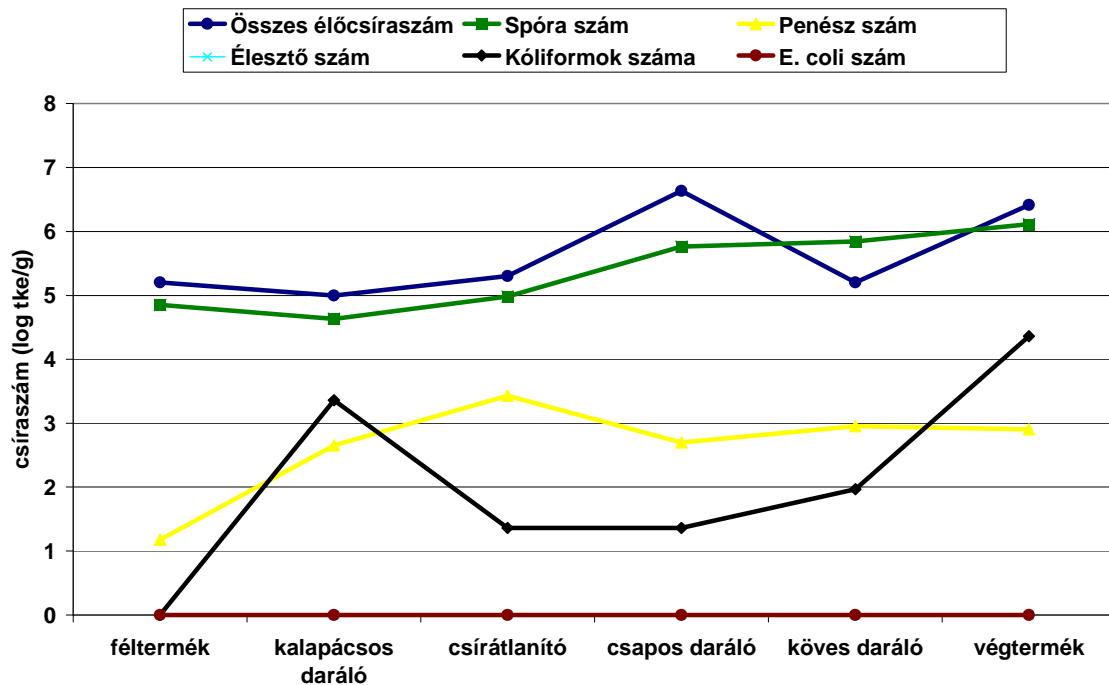
paprika zúzalék, csíráatlanító után durvára zúzott paprika törmelék, csapos darálónál nagy szemcséjű paprika minta, köves őrlés után paprika por, a kondicionál vett fűszerpaprika por és a végtermék, azaz a fűszerpaprika őrlemény. Gazdasági megfontolásokból a gyár egyszerűsíteni szeretne volna a gyártósort, ezért kihagyták a kalapácsos darálót, mivel vannak olyan külföldi megrendelések, ahol kétszeres csíráatlanítást kérnek, ezért a technológiát megváltoztatva kétszeres csíráatlanítást végeztek a gyártósoron. A gyár az eredmények ismeretében szeretett volna változtatni a gyártásán, ezért ezt a technológiai gyártósor változást nyomon követtem mikrobiológiai szempontból, mely során csapos darálóval darálják a félterméket, majd kétszer egymás után csíráatlanítják, végül két köves őrlőn finomra őrlik a fűszerpaprikát (43. ábra).



43. ábra: A módosított technológia

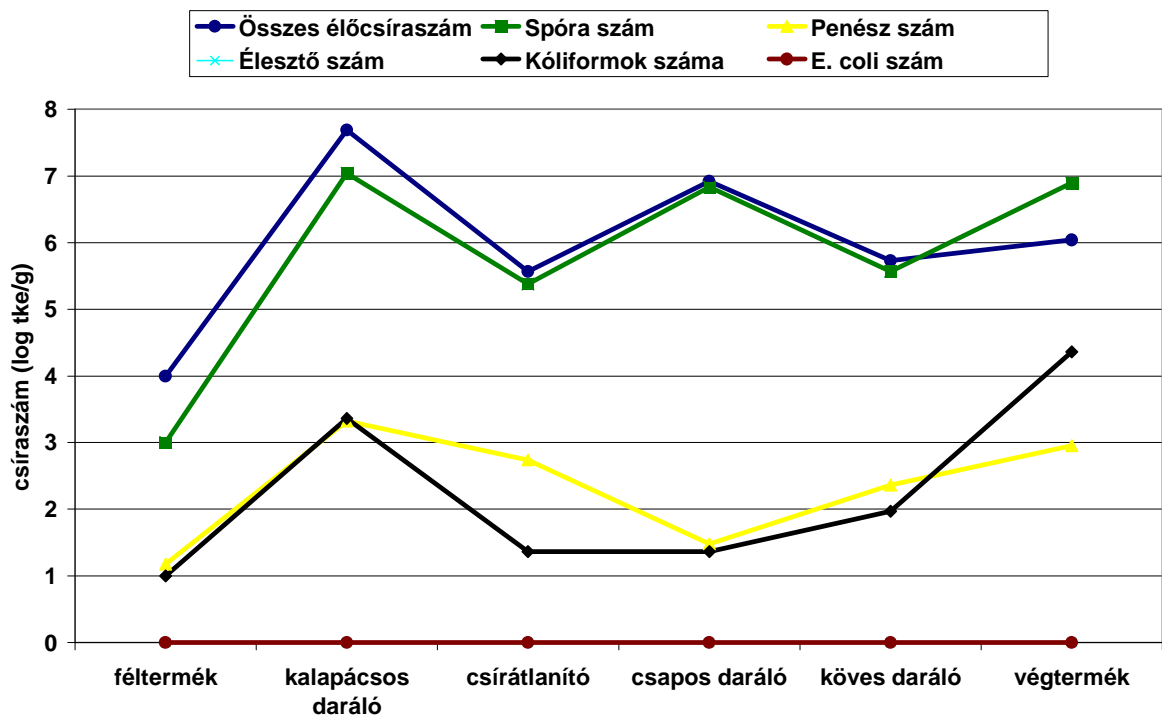
Az első időpontban (2008.08.25.) vett minták esetében perui féltermékből indult ki a gyártás, mely felezett fűszerpaprika féltermék volt. A féltermékek nagyobbak, mint a hazai gyártás során felhasznált két-három cm –es darabok, ezért mikrobiológiai szempontból kockázatosabbnak véltem, mint a magyar féltermékeket. Az első mintavételi időpont műszak eleji minták eredményei alapján megállapítható, hogy a gyártás során a csíraszám értékek nem

változnak jelentősen (44. ábra). Az összes élőcsíraszám, a spóraszám és a penészsám két nagyságrenden belül ingadozik, a koliformok száma mutat jelentős ingadozást, mikrobaszám eltérések a kiindulási féltermék inhomogenitásából adódhat. Az élesztőgombák és *Escherichia coli* száma a mintákban a kimutatási határérték alatt volt.



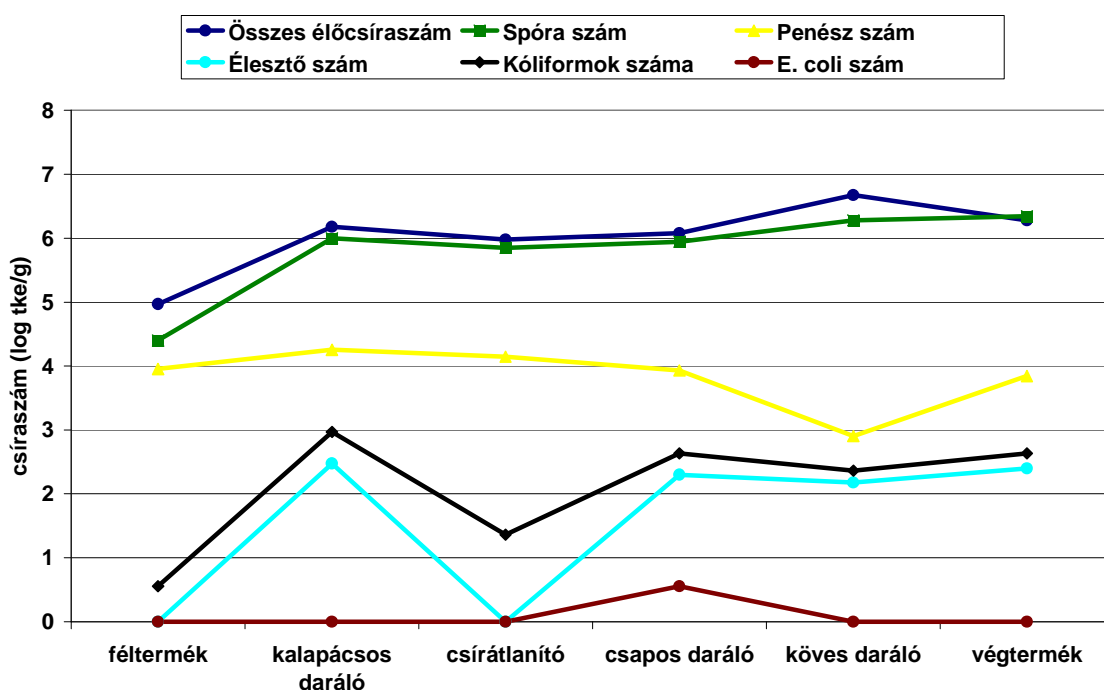
44. ábra: Az első időpontban a műszak elejéről vett gyártásközi minták mikrobiológiai eredményei

Az első időpontban a műszak végéről vett gyártásközi minták mikrobiológiai eredményei kicsit másképp alakultak, mint a műszak elején (45. ábra). Az összes élőcsíraszám és a spóraszám csíraszám értékei gyakorlatilag azonosak voltak. A koliformok száma és a penészs szám két-három nagyságrendet emelkedett a kalapácsos őrlésnél, mikrobaszám értékek ettől a technológiai ponttól kezdve kis mértékben ingadoztak. Az élesztőgombák és *Escherichia coli* száma a mintákban a kimutatási határérték alatt volt.



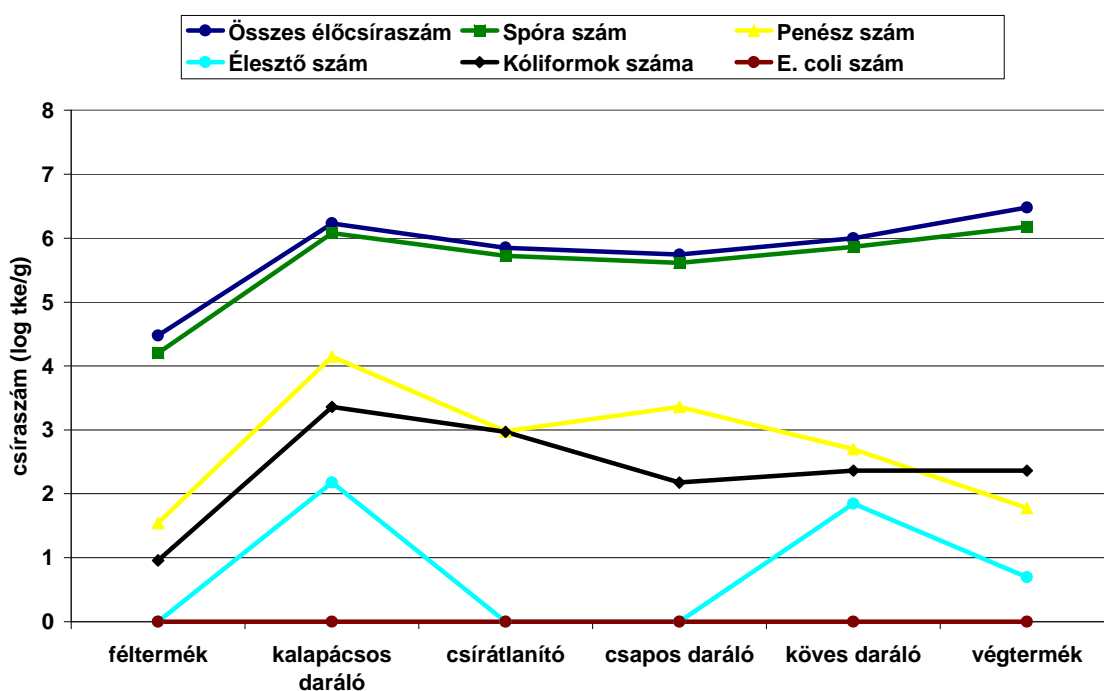
45. ábra: Az első időpontban a műszak végéről vett gyártásközi minták mikrobiológiai eredményei

A második időpontban (2008.09.03.) vett minták esetében szintén perui féltermékből indult ki a gyártás. A második mintavételi időpont műszak eleji minták eredményei alapján megállapítható, hogy a gyártás során az összes élőcsíraszám, a spóraszám, a koliformok száma és az élesztők száma ingadozott, végül egy-két nagyságrenddel nagyobb mikrobaszám lett, mint a gyártás kezdetén, ez azonban a minta inhomogenitása miatt is bekövetkezhetett. A technológiai lépések között nem telik el annyi idő, hogy a mikrobák szaporodhassanak, valamint a technológia során nincs olyan lépés, mely a telepszámot növelni tudná. A penészek telepszáma és az *Escherichia coli* szám nem változott kiugróan vagy tendenciaszerűen (46. ábra).



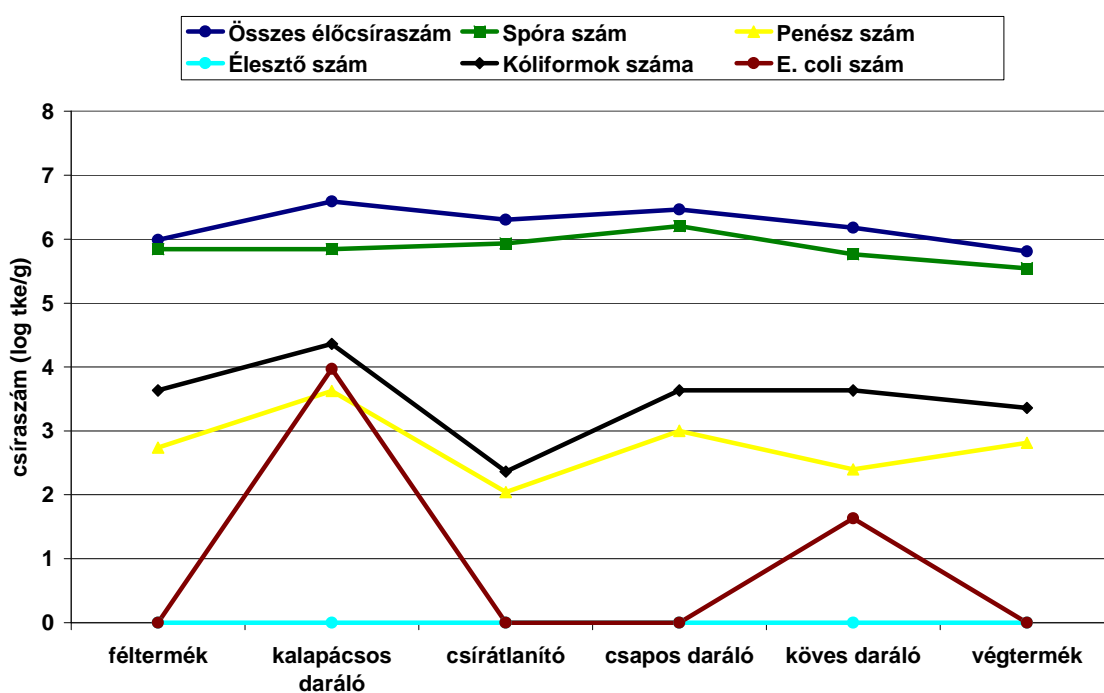
46. ábra: A második időpontban a műszak elejéről vett gyártásközi minták mikrobiológiai eredményei

A második mintavételi időpont műszak végi eredményei nagyon hasonlóak a műszak elején vettekhez (47. ábra), az összes élőcsíra és a spóraszám szinte azonos volt a vizsgált mintavételi pontokon, a gyártás során összességében két nagyságrenddel emelkedett a csíraszám. A penészek és a koliformok száma szintén hasonló volt a mintavételi pontokon, a gyártás közben két-három nagyságrendet is változhatott a csíraszám, ami a paprika inhomogenitásából adódhatott. Az élesztők száma a kimutatási határ és 10^2 tke/g között változott a gyártás során. *Escherichia coli* minden mintavételi ponton a kimutatási határérték alatt volt.



47. ábra: A második időpontban a műszak végéről vett gyártásközi minták mikrobiológiai eredményei

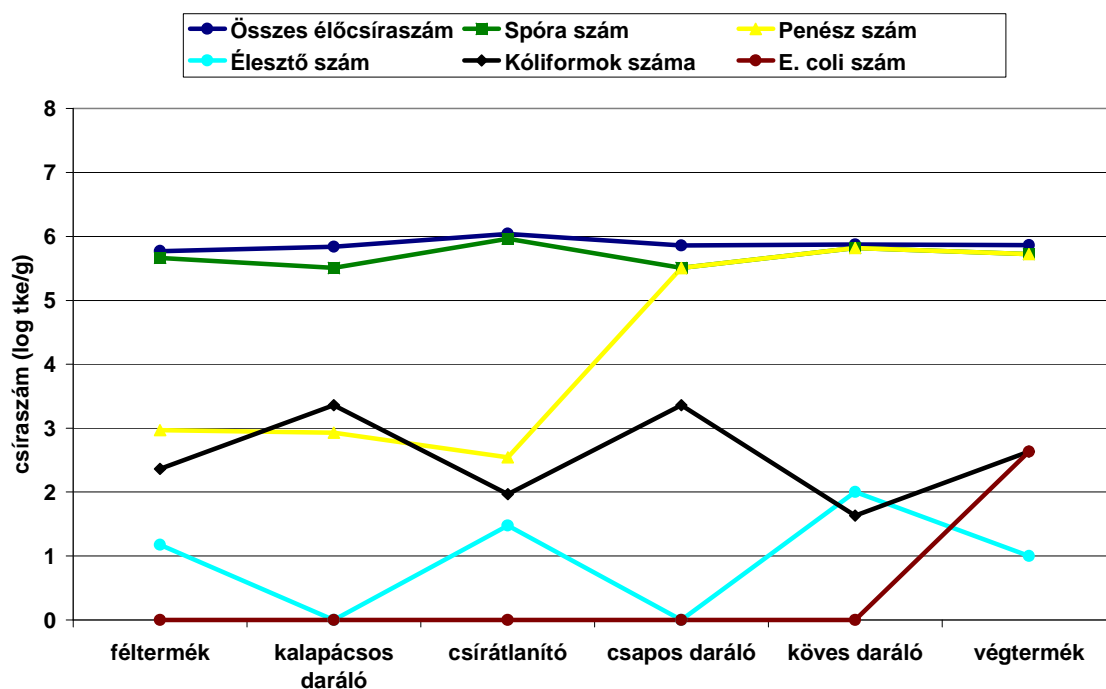
A harmadik időpontban (2008.09.05.) vett minták esetében Martonosról származó féltermékből indult ki a gyártás, két-három centiméteres aprított fűszerpaprikából. A gyártás eleji minta esetében az összes élőcsíra és a spóraszám gyakorlatilag azonos volt minden mintavételi pontnál, a gyártás során egy nagyságrenden belül voltak a csíraszám értékeke. A koliformok és a penészek száma hasonló volt a mintavételi pontokon, a mikrobaszám értékek kis mértékben ingadoztak a különböző technológiai lépések során, ezek a mikrobaszám változások azonban nem jelentősek, inkább a minta inhomogenitásával magyarázhatók az eltérések. Az *Escherichia coli* csíraszám a nagy ingadozással változott a gyártás során (48. ábra).



48. ábra: A harmadik időpontban a műszak elejéről vett gyártásközi minták mikrobiológiai eredményei

A harmadik időpontban a műszak végéről vett gyártásközi minták mikrobiológiai eredményei kicsit másképp alakultak, mint a műszak elején. Az összes élőcsíraszám és a spóraszám telepszám értékei gyakorlatilag azonosak voltak. A penészs szám a csírátlanító után három nagyságrendet emelkedett, míg a koliformok mikrobaszáma két-három nagyságrendet változott a technológiai lépések során. Az élesztőgombák száma a kimutathatósági határ és

10^2 tke/g között ingadozott, az *Escherichia coli* száma a mintákban a kimutatási határérték alatt volt, azonban a végtermék csíraszám végül 10^2 tke/g volt (49. ábra).



49. ábra: A harmadik időpontban a műszak végéről vett gyártásközi minták mikrobiológiai eredményei

A hazai és a külföldi féltermékek esetében a feldolgozási lépések ugyanolyan hatással vannak mikrobiológiai szempontból. Az eredményeim szerint a gyártósorról vett minták alapján nem lehet olyan technológiai lépést kijelölni, mely szignifikánsan minden esetben ugyanolyan hatással van a mikrobaszámra. Ugyanakkor megállapítható, hogy a féltermékek mikrobaszámra határozza meg a végtermék mikrobiológiai állapotát.

6.7. A penészek szaporodásának és a szaporodási modellek alkalmazhatóságának eredményei

A kísérlet során két beoltási módot, két penész fajt (*Aspergillus niger*, *Penicillium vermiculatum*), öt szaporodási hőmérsékletet, két vízaktivitás értéket hasonlítottam össze. A szaporodást 0,98 és 0,90 vízaktivitás esetén, valamint 10 °C, 15 °C, 25 °C, 30 °C, 35 °C hőmérsékleteken követtem nyomon. A beoltásnál két módszert használtam: lemez felületére szúrtam konidiumot oltótűvel, valamint 5 mm nagyságú agarlyukat vájtam a lemezbe és 100 µl 1×10^6 /ml penész szuszpenziót oltottam a lyukba.

A maláta agarok vízakтивitását megfelelő mennyiségű glicerinnel állítottam be, vagyis a 0,90 vízakтивitású agar 57 % glicerinnel és 43 % desztillált vízzel, míg a 0,98 vízakтивitású agar 18 % glicerinnel és 82 % desztillált vízzel készült. A pontos glicerinnel tartalmat refrakció mérésével állítottam be. Az agarokat nem csak Petri-csészébe, hanem vízakтивitás mérő edényekbe is leöntöttem, így tudtam ellenőrizni a pontos vízakтивitást, valamint a vízakтивitás változását különböző hőmérsékleteken a kísérlet során. A vízakтивitás megállapítása minden esetben három párhuzamos mérési eredményből történt. A glicerinnel beállított vízakтивitások megegyeztek a mért vízakтивitásokkal (0,90 ≈ 0,887; 0,912; 0,903 illetve 0,98 ≈ 0,987; 0,974; 0,982), a vízakтивitásmérő edényeket a leöntött agarral a megfelelő hőmérsékleteken inkubáltam és a kísérlet első két hetében naponta, majd utána hetente egyszer ellenőriztem a vízakтивitásokat. A kísérletsorozat során a két vízakтивitás érték nem változott egyik inkubációs hőmérsékleten sem.

A beoltási módok közül az oltótűs módszer nem tűnik megbízhatónak, mivel az inokulum mennyisége nem kontrollálható az agarba történő beoltás során. A tűvel történő oltás során a konídium sok esetben szabad szemmel nem látható, így sok esetben a módszer még bizonytalan is tűnik, ennek ellenére minden esetben sikerült penész konídiumot az agarba szűrni. Az agardiffúziós módszer esetében a leöntött és kellőképpen szilárd maláta agar közepére sterilen egy 5 mm átmérőjű lyukat fúrtam. A 48 órás ferde maláta agaron szaporított penész tömeget 2 ml steril desztillált vízzel lemostam. Mikroszkópos számlálást követően a penész szuszpenziókat 1×10^6 tke/ml sejtszámra állítottam be, majd 100 µl -t pipettáztam a lyukakba. A kevert tenyészet esetében mindkét penész koncentrációja 1×10^6 tke/ml volt.

A különböző matematikai modellek alkalmazhatóságának vizsgálata során összehasonlítottam a Baranyi és a Gompertz modelleket. A két modell összehasonlítása során minden esetben hasonló eredményeket kaptam, azonban csak a 15 °C-on 0,98 vízakтивitású agardiffúziós módszer eredményeit mutatom be, melyet a 11. táblázat tartalmaz.

11. táblázat: A Gompertz és a Baranyi matematikai modellek összehasonlítása

penész	modell	Szaporodási sebesség (mm/h)	Lag-fázis (h)	y0 (mm)	YEnd (mm)	se(fit)	r ²
<i>A. niger</i>	Gompertz	0,20	0,00	-1,11	90,77	3,45	0,985392
<i>A. niger</i>	Baranyi	0,24	97,57	-1,76	89,49	8,55	0,931588
Kevert tenyészet	Gompertz	0,18	17,12	-1,94	69,88	4,51	0,959256
Kevert tenyészet	Baranyi	0,20	24,27	1,67	57,55	5,57	0,896985
<i>P. vermiculatum</i>	Gompertz	0,19	22,35	0,81	72,70	2,67	0,986423
<i>P. vermiculatum</i>	Baranyi	0,22	39,37	3,33	64,97	3,50	0,968247

y0: számított kiindulási telepátmérő; yEnd: számított végső telepátmérő; se(fit): az illesztett szaporodási görbe standard hibája; r²: az illeszkedés jósága

A modellek illeszkedésének jóságának (r^2) összehasonlítása során a Gompertz modell tűnik jobbnak, azonban a lag-fázis, a szaporodási sebesség és a végső telepátmérő (y_{End}) esetében a Baranyi modell megbízhatóbban írja le a penész növekedését. A Gompertz modell nem veszi figyelembe a növekedéshez felhasznált tápanyagok fogyását, ezért a valós penész növekedését is pontatlanul írja le az egyenlet. A kapott eredmények miatt a Baranyi modellel dolgoztam tovább.

A két beoltási mód közötti különbséget a 12. táblázatban mutatom be, melyben a *Penicillium vermiculatum* eredményeit mutatom be, a kevert tenyészet és az *Aspergillus niger* esetében is nagyon hasonlóan alakultak az eredmények.

12. táblázat: A *Penicillium vermiculatum* szaporodási görbéinek eredményeinek összehasonlítása a két beoltási mód között

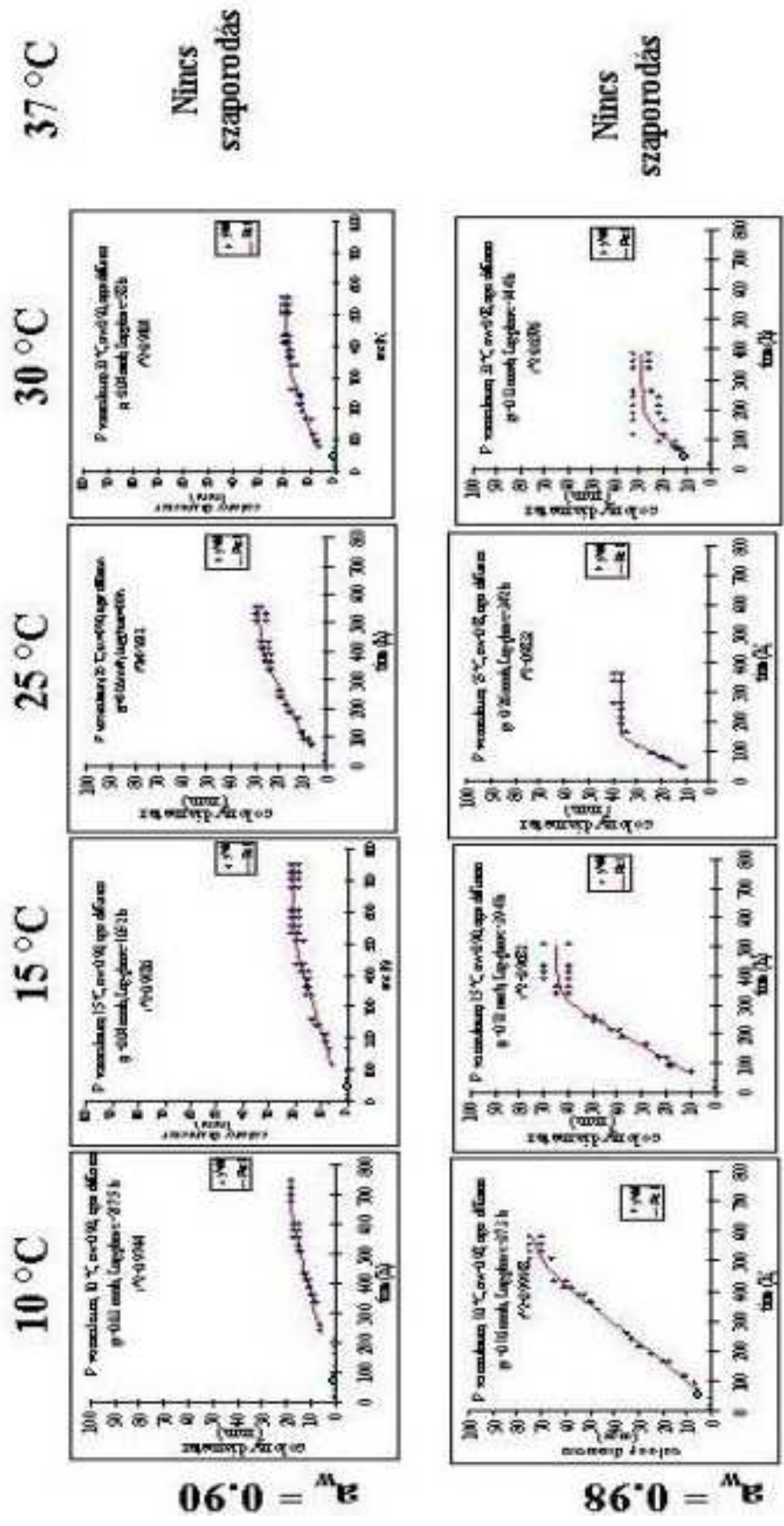
inokuláció módja	T (°C)	a_v	Szaporodási sebesség (mm/h)	Lag-fázis (h)	y_0 (mm)	y_{End} (mm)	r^2
tűszűrés	10	0,90	0,01	91,77	0,83	5,59	0,4010
agardiffúzió	10	0,90	0,03	217,56	4,67	18,05	0,9744
tűszűrés	10	0,98	0,14	2,50	-4,22	67,88	0,8992
agardiffúzió	10	0,98	0,16	37,26	-1,67	74,69	0,9918
tűszűrés	15	0,90	0,04	105,21	5,24	20,52	0,9186
agardiffúzió	15	0,90	0,02	83,97	0,11	6,21	0,1218
tűszűrés	15	0,98	0,24	97,57	-1,76	89,49	0,9316
agardiffúzió	15	0,98	0,22	39,37	3,33	64,97	0,9682
tűszűrés	25	0,90	0,06	-	-0,72	18,14	0,8083
agardiffúzió	25	0,90	0,06	0,00	3,33	28,34	0,9632
tűszűrés	25	0,98	0,31	-	-3,23	49,15	0,8225
agardiffúzió	25	0,98	0,26	34,25	7,78	36,97	0,9832
tűszűrés	30	0,90	0,06	64,28	-0,17	9,24	0,7221
agardiffúzió	30	0,90	0,04	5,89	4,33	19,02	0,9404
tűszűrés	30	0,98	0,22	-	-2,04	37,54	0,9807
agardiffúzió	30	0,98	0,13	14,39	7,44	28,69	0,6576
tűszűrés	37	0,90	nincs növekedés				
agardiffúzió	37	0,90	nincs növekedés				
tűszűrés	37	0,98	nincs növekedés				
agardiffúzió	37	0,98	nincs növekedés				

a_v : beállított vízaktivitás; T: szaporodási hőmérséklet; y_0 : számított kiindulási telepátmérő; y_{End} : számított végső telepátmérő; r^2 : az illeszkedés jósága

A két beoltási mód közül a modell illeszkedésének jósága (r^2) alapján nem lehet egyértelműen kijelenteni, melyik írja le megbízhatóbban a penész növekedését. Az oltótűs módszer esetében

azonban nem egységes mennyiséggel történt a beoltás, mely a penész növekedésére volt hatással, így a lag-fázis, a szaporodási sebesség és a többi paraméter sem megbízható. A legnagyobb eltérés a lag-fázis esetében van a két módszer között, míg a szaporodási sebesség általában hasonló volt a két beoltási mód esetében. A kapott eredményeket figyelembe véve csak az agardiffúziós beoltási mód eredményeit használtam fel a továbbiakban.

A különböző penész fajok növekedésének összehasonlítása során tehát a Baranyi matematikai modellt és az agardiffúziós beoltási mód eredményeit használtam fel, minden esetben a kapott illeszkedés jósága 98 %-os valószínűségi szinten szignifikáns volt. A *Penicillium vermiculatum* esetében az eredményeket az 50. ábra szemlélteti, melyeken a főbb szaporodási adatok láthatók (gr: szaporodási sebesség; Lag-phase: lag-fázis; r^2 : a matematikai modell illeszkedésének jósága; colony diameter: telep átmérő; time: idő), a spóráképződést kezdetét külön jelöltem.



- Spóraképződés kezdete

50. ábra: A *Penicillium vermiculatum* szaporodási görbéi

A *P. vermiculatum* esetében egyik esetben sem érte el a maximális telepátmérő az elérhető legnagyobb méretet (Petri-csésze átmérője), a penész számára a legkedvezőbb feltételek a 0,98 vízáktivitás melletti alacsony hőmérsékletek (10, 15 °C) voltak. Az általam használt legmagasabb szaporodási hőmérséklet, a 37 °C esetében penészsaporodás nem volt megfigyelhető egyik vízáktivitás értéken sem. Általánosságban elmondható, hogy a *P. vermiculatum* számára a fő gátló környezeti körülmény a hőmérséklet, a növekedés még optimális körülmények között is limitált.

Az *Aspergillus niger* esetében az eredményeket az 51. ábra szemlélteti, melyeken a főbb szaporodási adatok láthatók (gr: szaporodási sebesség; Lag-phase: lag-fázis; r^2 : a matematikai modell illeszkedésének jósága; colony diameter: telep átmérő; time: idő).

10 °C

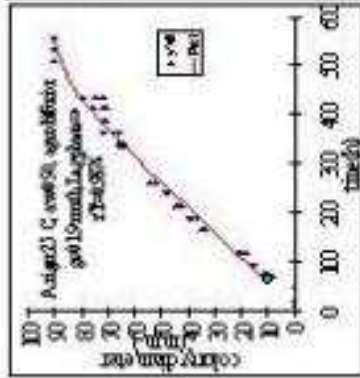
$$R^w = 0.90$$

Nincs szaporodás

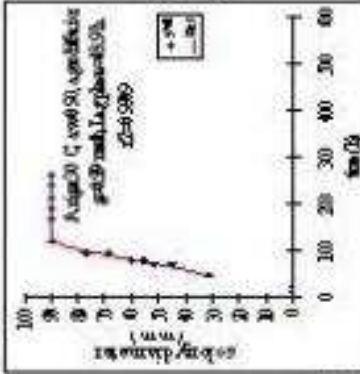
15 °C

Nincs szaporodás

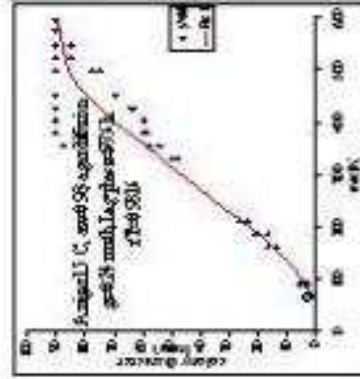
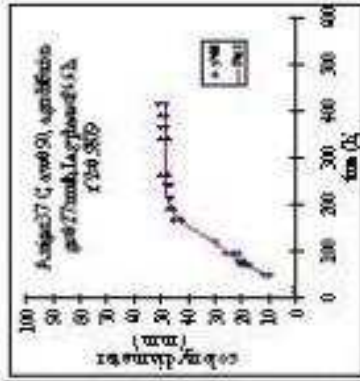
25 °C



30 °C

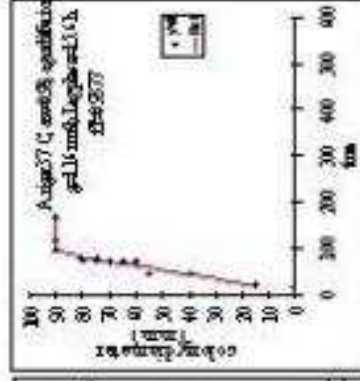
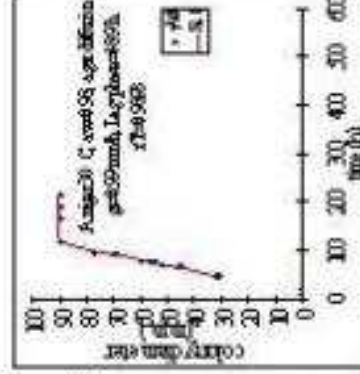
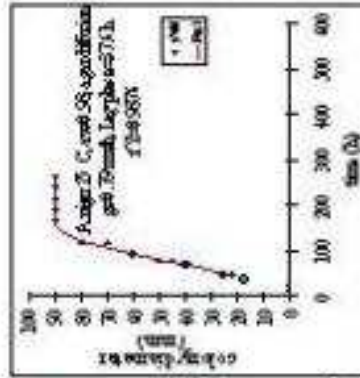


37 °C



$$R^w = 0.98$$

Nincs szaporodás

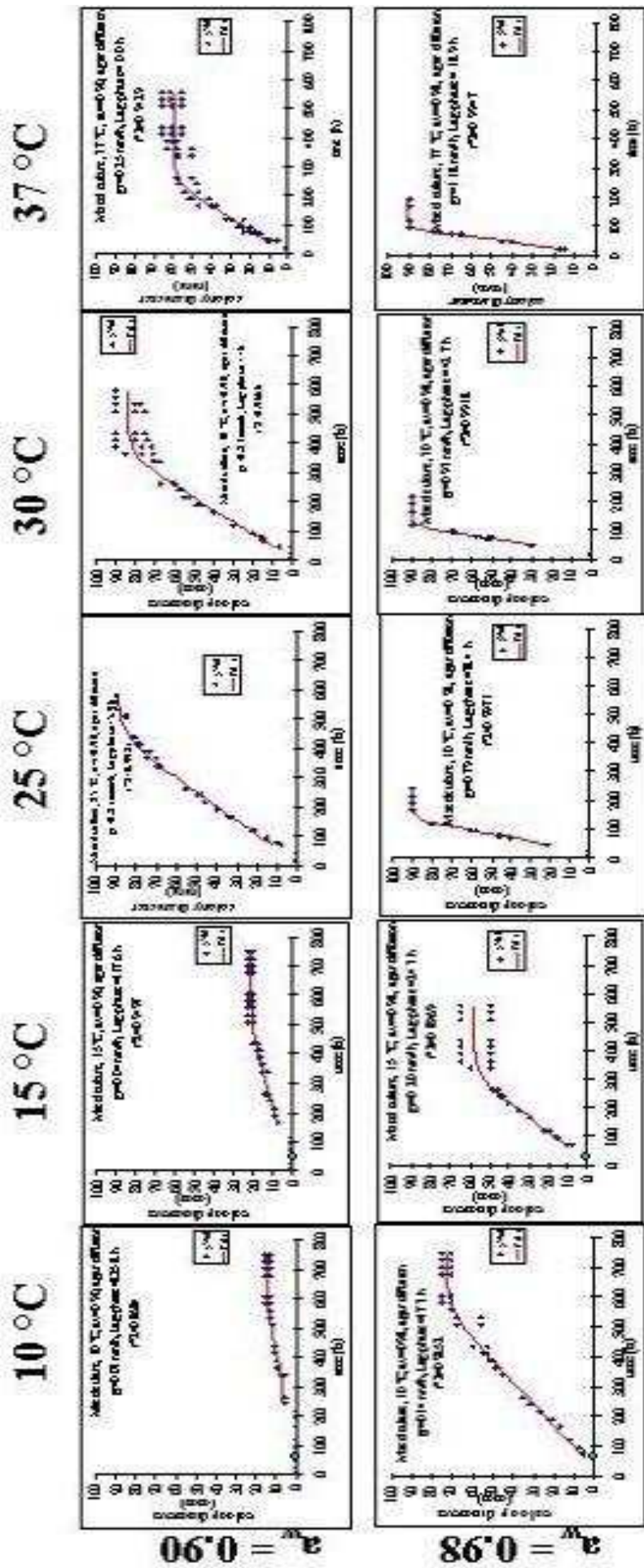


- Spóráképződés kezdete

51. ábra: Az *Aspergillus niger* szaporodási görbéi

Az *Aspergillus niger* esetében 10 °C-on mindkét vízaktivitás értéknél, míg 15 °C-on a 0,90 vízaktivitás érték esetében nem lehetett megfigyelni penészsaporodást. Csak 37 °C-on 0,90 vízaktivitás érték esetében nem érte el a legnagyobb telepátmérőt a penész, a nagyobb hőmérséklet kedvezett az *Aspergillus niger* szaporodásának. A vízaktivitás értékek közül pedig a 0,98 érték volt a kedvezőbb, azonban 30 °C szaporodási hőmérséklet esetében nem volt jelentősége a vízaktivitásnak. Az *Aspergillus niger* számára az alacsony hőmérséklet alacsony vízaktivitással kombinálva növekedést gátló tényezők, kedvező körülmények között a növekedés nem limitált. Egyetlen esetben 37 °C –on az alacsonyabb vízaktivitás esetén volt a növekedés limitált.

A kevert tenyészet esetében az eredményeket az 52. ábra szemlélteti, melyeken a főbb szaporodási adatok láthatók (gr: szaporodási sebesség; Lag-phase: lag-fázis; r^2 : a matematikai modell illeszkedésének jósága; colony diameter: telep átmérő; time: idő). Az ábrán jeleztem melyik penész faj szaporodott el jelentősebben.



• Spóraképződés kezdete

52. ábra: A kevert tenyészet szaporodási görbéi

Kevert tenyészet esetén egyetlen esetben sem volt megfigyelhető együttnövekedés: 10 és 15 °C-on a *Penicillium vermiculatum*, nagyobb hőmérsékleten az *Aspergillus niger* nőtt. Ennek megfelelően a kapott szaporodási görbe paraméterei megfelelnek az egyedi beoltás eredményeinek.

Összegezve elmondható, hogy a *Penicillium vermiculatum* szaporodási sebessége szignifikánsan kisebb, a lag-fázis hosszabb volt, mint az *Aspergillus niger* értékei minden hőmérsékleten- kivéve a 10 °C mindkét vízakktivitás érték; és 0,98 vízakktivitás érték, 15 °C esetén. A 0,98 vízakktivitás érték mindkét penész esetében jobban kedvezett a növekedésnek, mint a 0,90 vízakktivitás (lag-fázis, szaporodási sebesség). A 10 és a 15 °C nem kedvez az *Aspergillus niger*, a 37 °C a *Penicillium vermiculatum* növekedésének. A lag-fázis pontosabb meghatározásához további kísérletek szükségesek.

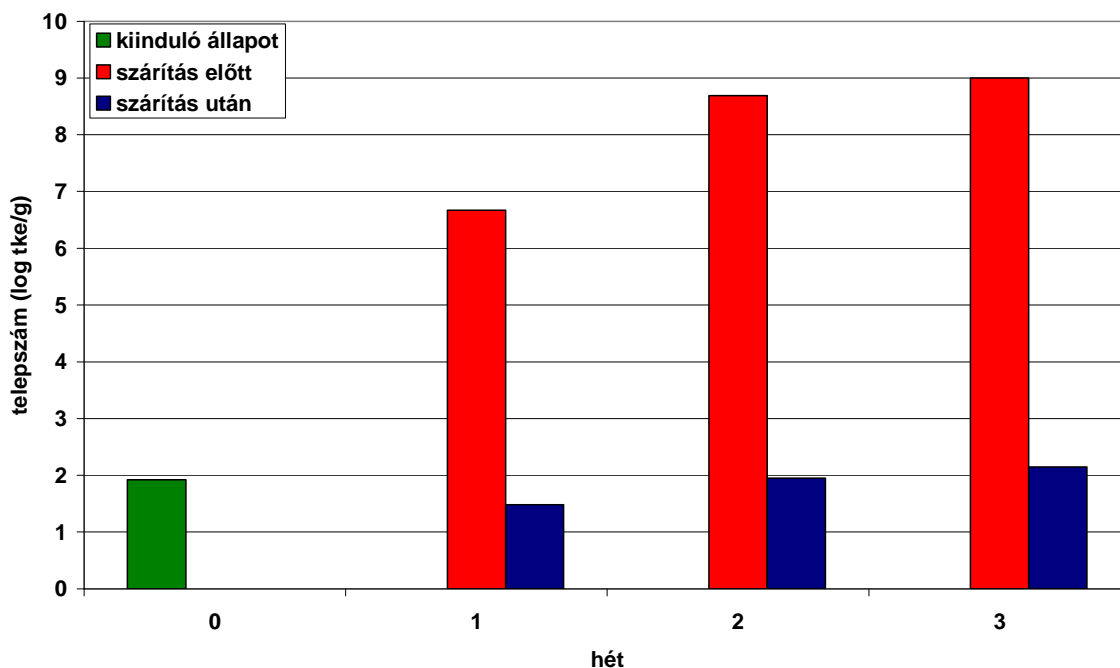
6.8. A fűszerpaprika penész szaporodásának és a szaporodási modellek alkalmazhatóságának eredményei

A fűszerpaprika féltermékek penészesítését a következő módon valósítottam meg: Brazíliából és két Magyarországról (Gorzsa és Üllés) származó fűszerpaprika félterméket azonos szemcseméretűvé daráltam, így azonos kiindulási szemcseméretet és megfelelően kevert mintát kaptam. A darált mintákat porlasztott víz segítségével visszanedvesítettem, majd zárható, állandó 100 %-os páratartalmú kamrákba helyeztem. A penészesedési folyamat önmagától indult el, mely egy vegyes penész mikroflórát (elsősorban *Penicillium* és *Aspergillus* fajok) eredményezett. A mintákat három hétig hagytuk penészesedni, amikor már szemmel láthatóan a penésztömeg nem növekedett. A magyar féltermékeket tartalmazó kamrát szobahőmérsékletem inkubáltam három hétig és az első, a második és a harmadik héten mintákat vettem. A brazil féltermékeket tartalmazó kamrák közül az egyiket szobahőmérsékleten, a másikat 30 °C-on inkubáltam, majd ezekből is mintát vettem a megfelelő időben.

A kísérlet három hétig tartott és a szemmel látható penészesedés nyomán vettem a különböző időpontokban mintát, éppen ezért a kísérlet eredményei matematikai szempontból kifogásolhatók, de a tendenciát így is megmutatják a kapott eredmények. A penészesített minták féltermékek voltak, ezért nem volt meghatározható a szárítás előtti penész számuk.

A hagyományos módszerrel megállapított penészsám a hetek során folyamatosan nőtt szárítás előtt, míg a szárítás utáni penészsám gyakorlatilag nem változott (13. táblázat), ezt a gorzsai paprika ábrája is jól mutatja (53. ábra). Az ergoszterin tartalom növekedése azonban

egyértelműen jelzi a penész tömeg folyamatos növekedését. Ez is alátámasztja, hogy a hagyományos módszerrel végzett penészsám meghatározás nem elégséges. Ugyanakkor az ergoszterin tartalom a penészesítés során növekedett, összhangban az el nem pusztított élő penészszámmal (54. ábra). Az összefüggés szignifikáns volt 98 %-os valószínűségi szinten, mindkét brazil és az üllési minta esetében; a gorzsai minta esetén nem szignifikáns az összefüggés, de még így is nagyon erős. Összefüggés a szárítás utáni penész szám és az ergoszterin tartalom között nem volt (55. ábra)

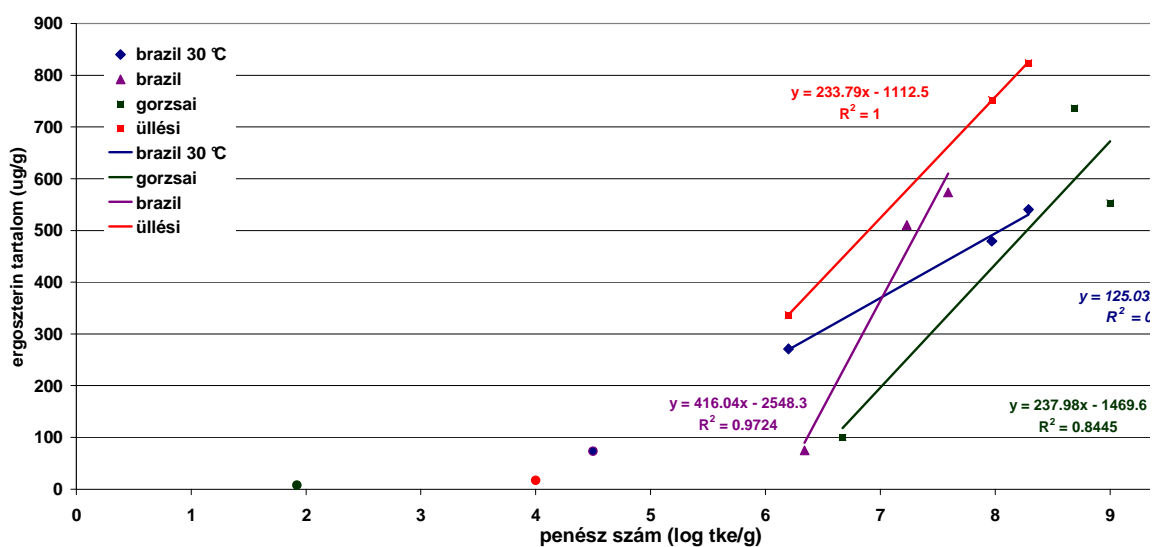


53. ábra: A magyar (gorzsai) szobahőmérsékleten penészesített paprika penészszáma szárítás előtt és után

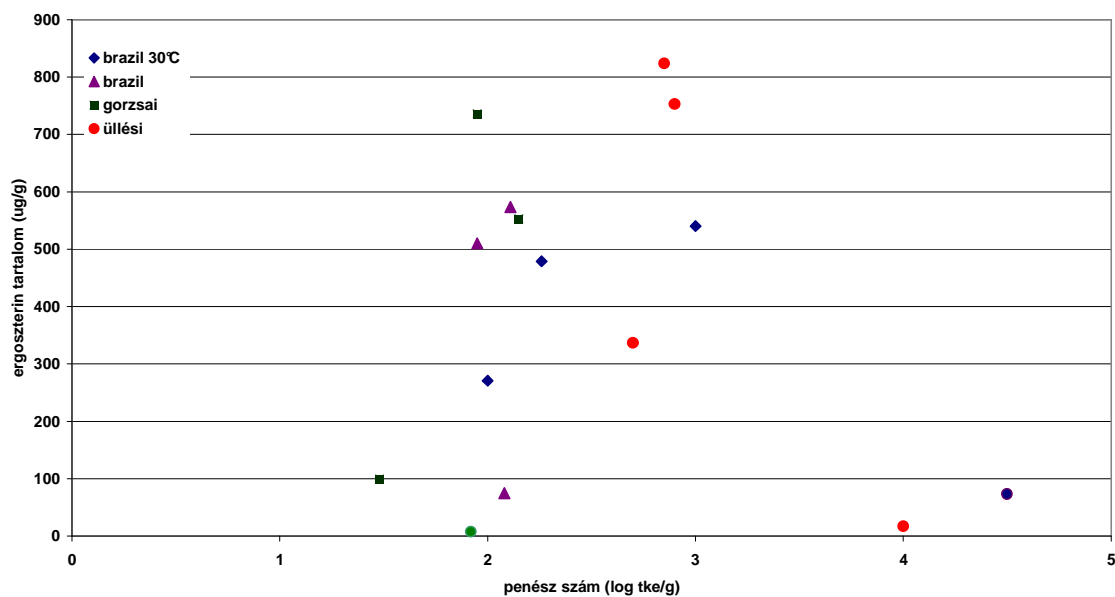
13. táblázat: A penészesítés eredménye

Minta, penészesítési hőmérséklet	Penészesítési idő (hét)	Ergoszterin (µg/g)	Penész szám szárítás után (log tke/g)	Penész szám szárítás előtt (log tke/g)
Brazil minta 25 °C	0	73,28	4,5	nm
	1	74,87	2,1	6,3
	2	510,26	1,9	7,2
	3	573,48	2,1	7,6
Brazil minta 30 °C	0	73,28	4,5	nm
	1	271,02	2,0	6,8
	2	479,08	2,3	8,4
	3	540,31	3,0	7,8
Üllési minta 25 °C	0	17,09	4,0	nm
	1	336,68	2,7	6,2
	2	752,75	2,9	8,0
	3	823,94	2,8	8,3
Gorzasai minta 25 °C	0	7,59	1,9	nm
	1	99,41	1,5	6,7
	2	735,77	1,9	8,7
	3	553,10	2,1	9,0

nm: nincs meghatározva tke: telepképző egység



54. ábra: Összefüggés a szárítás előtti penész szám és az ergoszterin tartalom között



55. ábra: Összefüggés a szárítás utáni penész szám és az ergosterin tartalom között

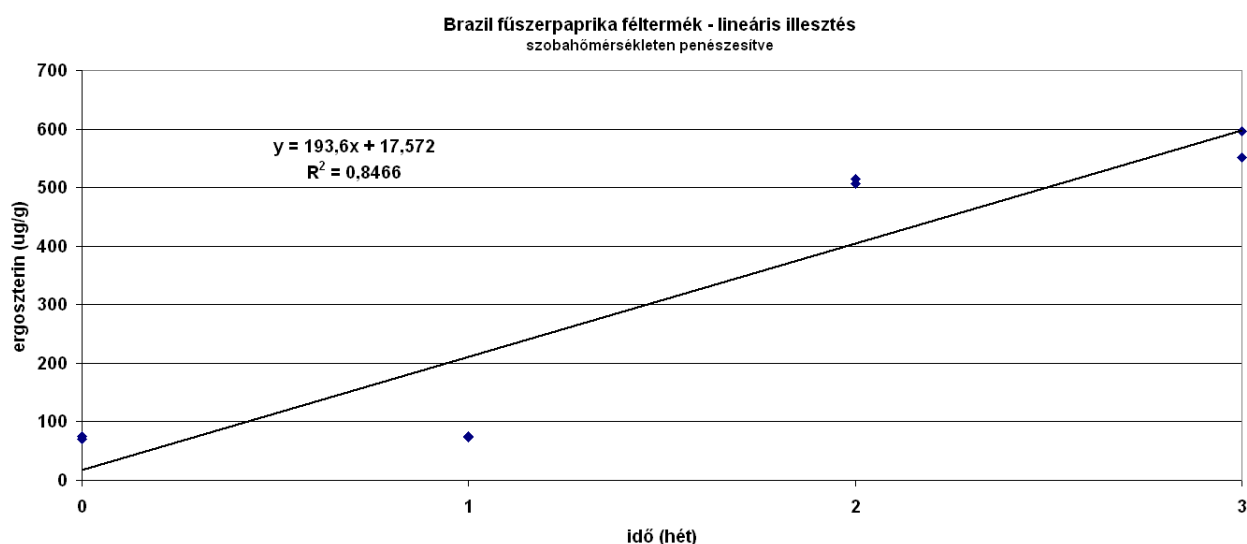
A szaporodási modellek alkalmazhatóságának vizsgálatokor a lineáris illesztést, illetve a Baranyi-féle szaporodási modellt alkalmazhatóságát vizsgáltam penészesített fűszerpaprika esetében. Ha a penész szaporodását jellemeztem a paprikán, akkor a lineáris modell, mellyel igen gyakran jellemzik a szaporodást, nem annyira megbízhatóan követi, mint a Baranyi-féle modell (14. táblázat). A Baranyi és a Gompertz modell is ugyanazon eredményeket adta mindkét magyar és a brazil paprika esetében is. A lineáris illesztés esetén a modellből adódóan nem lehet a stacioner állapotot meghatározni (Y_{end}), míg a Baranyi-féle modell ezt az értéket is megadja. A szaporodási sebességet a Baranyi-féle modell a görbe lefutásából adódóan pontosabban adja meg, mint a lineáris illesztés, ennek egyik igen jó példája a brazil szobahőmérsékleten penészesített féltermék lineáris (56. ábra) és a Baranyi-féle modellje (57. ábra). Az üllési szobahőmérsékleten penészesített fűszerpaprika féltermék esetében mind a lineáris mind a Baranyi-féle modell szignifikáns illesztést adott, a Baranyi modell szaporodási sebessége a mintegy kétszerese a lineáris illesztésnek. A gorzsai szobahőmérsékleten penészesített fűszerpaprika féltermék esetében a lineáris illesztés nem volt megfelelő, csak a szaporodási modellt alkalmazó illesztés volt szignifikáns. A gorzsai félterméknek egy nagyságrenddel nagyobb volt a szaporodási sebessége, mint a többi féltermék penészeinek, valamint a rövid volt a lag-fázisa. A brazil szobahőmérsékleten penészesített fűszerpaprika féltermék esetében sem volt megfelelő a lineáris illesztés, csak a szaporodási modellt alkalmazó illesztés volt szignifikáns. A Baranyi modell esetében a brazil, szobahőmérsékleten penészesített fűszerpaprika penészeinek lag- fázisa volt a leghosszabb. A 30 °C-on

penészesített brazil paprika esetében, mind a lineáris illesztés mind a Baranyi-féle modell alkalmazhatósága megfelelő volt, azonban a szaporodási modell lag-fázist nem tudott megállapítani.

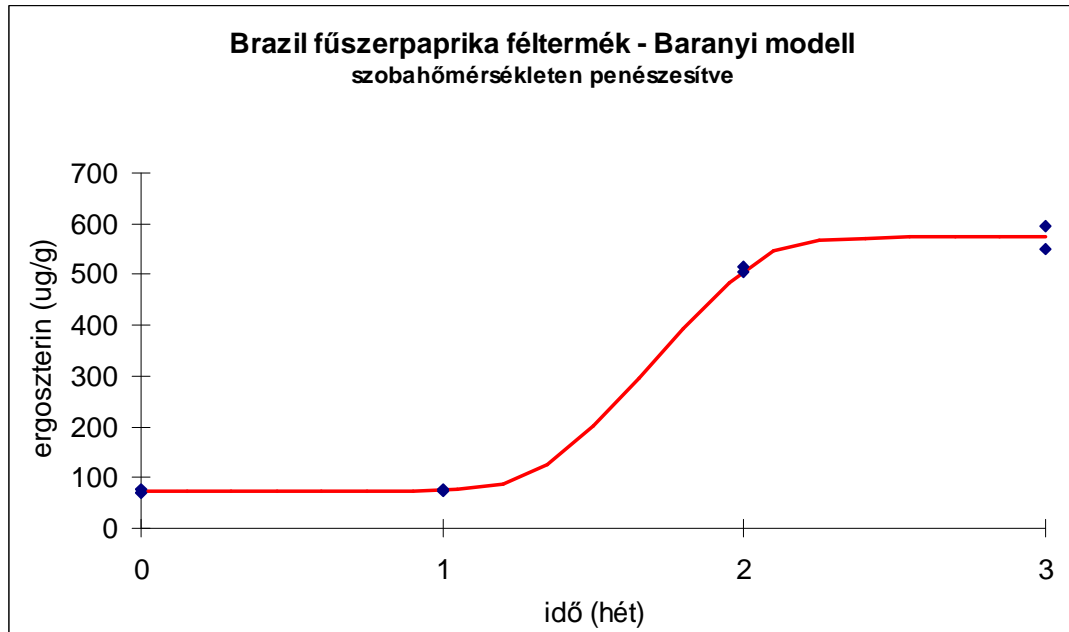
14. táblázat: A lineáris illesztés és a mikroba szaporodási modellek összehasonlítása

	Lineáris modell				Baranyi-féle/Gompertz modell				
	Induló erg. (µg/g)	Y ₀ (erg. µg/g)	Szaporod. sebesség (hét ⁻¹)	r ²	Y ₀ (erg. µg/g)	Lag (hét)	Szaporod. sebesség (hét ⁻¹)	Y _{end} (erg. µg/g)	r ²
Üllés 25 °C	12,22	55,42	284,39	0,940*	14,66	0,306	461,12	824,33	0,999*
Gorzsa 25 °C	7,48	8,04	227,29	0,696	7,59	0,975	2316,97	644,44	0,916*
Brazil 25 °C	75,50	17,55	193,61	0,847	73,25	1,315	662,08	573,48	0,996*
Brazil 30 °C	75,50	99,53	160,92	0,945*	69,87	-	208,51	543,06	0,928*

*: 95 %-os valószínűségi szinten szignifikáns az összefüggés

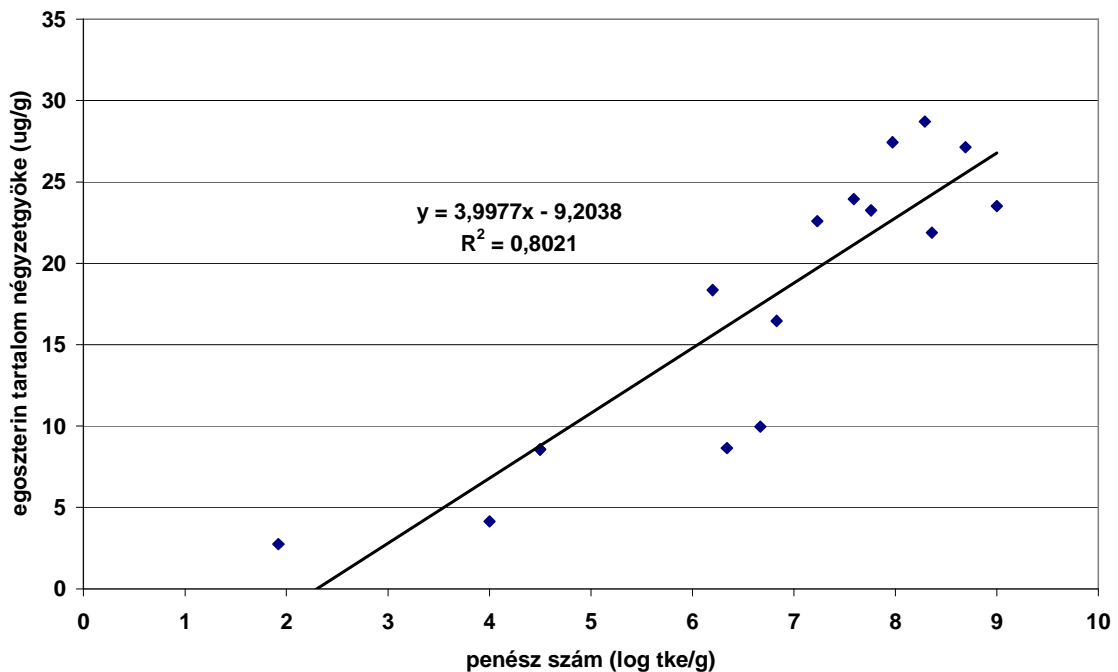


56. ábra: A brazil penészesített fűszerpaprika szaporodásának modellezése lineáris illesztéssel



57. ábra: A brazil penészesített fűszerpaprika szaporodásának modellezése a Baranyi modellel

A Marín-Rosso féle modell a penész szám és az ergoszterin tartalom közötti lineáris illesztésen alapul, ez alapján az összes, szobahőmérsékleten penészesített fűszerpaprika adatait (n=12 db) figyelembe véve ábrázoltam az összefüggést a penész szám és az ergoszterin tartalom négyzetgyöke között (58. ábra).



58. ábra: A szobahőmérsékleten penészesített fűszerpaprika penész számának és ergoszterin tartalmának négyzetgyöke közötti összefüggés (Marín-Rosso modell)

A lineáris illesztés az ergoszterin tartalom négyzetgyöke és a penész szám között a szobahőmérsékleten penészesített fűszerpaprikán szignifikáns volt, azonban kevés adat áll rendelkezésre a modell megbízhatóságát illetően.

A kapott eredmények alapján elmondható, hogy a penészesített fűszerpaprika esetében a penész szám meghatározásának előre jelzéséhez ergoszterin tartalom meghatározás alapján a Baranyi féle modell alkalmas. A Marín-Rosso féle modell alkalmazásához további kísérletek szükségesek.

6.9. Új tudományos eredmények

- A kísérleteim alapján megerősítettem, hogy a jelenlegi hazai klimatikus viszonyok között aflatoxin szennyezettség a fűszerpaprika őrleményekben nem lehet jelentős, mivel a mikotoxint termelő penészek a fűszerpaprika növényen kevésbé szaporodnak, valamint a gyártási folyamat során sincsenek olyan körülmények, melyek az aflatoxint termelő penészek szaporodásának kedveznének.

- Az ochratoxin szennyezettség könnyen átlépheti a hazai megengedett határértéket, ezért indokolt az ochratoxin A vizsgálat a külföldről származó fűszerpaprika őrlemények esetében.

- Bebizonyítottam, hogy fűszerpaprika őrlemény penészszenyezettségének becsülhető értéke a penészsám - és az ergoszterin-tartalom együttes meghatározásával állapítható meg. A technológia során bekövetkező hőkezeléssel az élőcsíraszám lecsökken (az élőcsíra elpusztul), ezért válik indokolttá a penészszenyezettség kémiai meghatározása (ergoszterin meghatározása).

- Egy új kromatográfiás módszert dolgoztam ki a fűszerpaprika ergoszterin tartalmának meghatározására, mely rendkívül pontos, hatékony, és kiválóan alkalmas több fűszerpaprika komponens mint pl az ergoszterin, a tokoferol és a karotinoid egyidejű kimutatására.

- Elsőként alkalmaztam sikeresen a Baranyi-modellt a *Penicillium vermiculatum* és az *Aspergillus niger* szaporodásának jellemzésére 0,90 és 0,98 vízaktivitás értékek mellett, 10, 15, 25, 30, 37 °C-on.

- Elsőként alkalmaztam sikeresen fűszerpaprika őrlemény esetén a penész szaporodás jellemzésére a Baranyi – féle baktérium szaporodási modellt.

7. Összefoglalás

Dolgozatomban a fűszerpaprika feldolgozását követtem nyomon a termőföldtől az asztalig élelmiszerbiztonsági szempontból, feltártam a lehetséges szennyeződési pontokat és technológiai lépéseket, valamint baktérium szaporodási modellek alkalmazhatóságát vizsgáltam penészek esetében in vitro és in vivo körülmények között. Eredményeim azt mutatják, hogy a magyarországi fűszerpaprika őrlemények mikrobiológiai szempontból megfelelőek. Hazánkban eddig csak Magyarországon előállított őrleményt árultak a boltokban, melyek élelmiszer-biztonsági szempontból megfelelőek, probléma mostani környezeti viszonyok között csak akkor adódhat, ha import paprikát kevernek a hazai termesztésű paprika közé.

A fűszerpaprika mikrobiális szennyezettségét és a lehetséges szennyező forrásokat a földtől az asztalig követtem nyomon, ennek során vizsgáltam a fűszerpaprika mikrobiális állapotát befolyásoló tényezőket, így a fűszerpaprika fajtáját, az utóérlelés módját és idejét, a féltermék feldolgozását és tárolását, valamint a végtermék elkészülésének folyamatát. Az eredményeim azt mutatják, hogy az általam vizsgált fűszerpaprika fajták (Meteor, Fesztivál, Napfény) esetén a fajtának nincs hatása a mikrobiális állapotra. A mikrobiális állapotot sokkal inkább a környezeti tényezők befolyásolják úgy, mint a termőföld szennyezettsége, az időjárás (szél, csapadék, hőmérséklet) és a betakarítás módja. Az utóérlelés módjának vizsgálatakor alkalmazott utóérlelési módok, a ládás és a Raschel zsákos utóérlelési módok közül, mikrobiológiai szempontból az volt megfelelőbb, ahol a leszedett fűszerpaprikák jól tudtak szellőzni és nedvességtől elzárt helyen voltak utóérlelve. Eredményeim alapján a ládás utóérlelési módot javaslom mikrobiológiai szempontból alkalmazni. Az utóérlelés ideje nem változtatta meg jelentősen a mikrobiális állapotot, azonban az ipari tapasztalat szerint minél hosszabb az utóérlelés, annál valószínűbb a fűszerpaprika penészesedése, mikrobiológiai romlása. Az utóérlelt paprika mosásának vizsgálat során, mind az ecetes mind a Tween 80-nal történő mosást nem tartom kivitelezhetőnek ipari körülmények között, hiszen az egyiknek erős szaga van, a másik túlzottan habzik. Mindezek mellett a fűszerpaprika színét is rontja az ecetes mosás, valamint a jelentős mikrobaszám csökkenést sem sikerült elérni a módszerrel. A klóros mosás, melyet Szerbiában használnak, jelentősen csökkenti a csíraszámot, azonban a klór használata nem engedélyezett hazánkban. Az utóérlelt fűszerpaprika mikrobiális állapotára jelentős hatással csak a mosás és a szeletelés van, mely a csíraszámot megnöveli, és a szárítás, mely a megnőtt csíraszámot jelentősen csökkenti. A fűszerpaprika féltermékek

vízaktivitása a szárítás hatására olyan alacsony, hogy mikroba szaporodás nem történhet, csak ha nedvesség (pára) éri a félterméket. Éppen ezért vizsgáltam a féltermék tárolási módjának és idejének hatását a mikrobiológiai állapotra. A féltermékek tárolási módjai közül vizsgáltam a hűtött és a pajtában történő tárolást, valamint a szövött és a műanyag zsákban történő tárolási módokat. Eredményeim alapján nem lehet egyértelműen kijelenteni, hogy melyik módszer a legjobb mikrobiológiai szempontból, éppen ezért gazdaságilag megfontolandó a féltermék hűtött tárolása.

A féltermékek mikrobiológiai állapotának vizsgálatakor nem sikerült jelentős különbséget kimutatni a származási hely, vagy a termesztők között, azonban az évjárat hatását kis mértékben sikerült igazolni három éves viszonylatban, mikrobiológiai szempontból. A féltermékek penész szennyezettsége a 2004-es és a 2005-ös évben nagyon hasonló volt, azonban a 2006-os évben az élő penész szennyezettség nagyobb volt. Élelmiszerbiztonsági szempontból nem sikerült különbséget kimutatni a féltermékek között, így a tényleges penész szennyezettség (ergoszterin tartalom) és a mikotoxin szennyezettség is nagyon hasonló volt a féltermékekben. A féltermékek mikotoxin tartalma, ergoszterin tartalma és penész szennyezettsége között nem volt összefüggés, mivel a szárítás az élőcsírákat elpusztítja, a mikotoxin termelés pedig a környezeti körülményektől függ. A fűszerpaprika féltermékek élőcsíraszámára és vízaktivitás között sem volt összefüggés, mivel az alacsony vízaktivitás értékek nem tették lehetővé a mikroorganizmusok szaporodását. A féltermékek mikrobiológiai szempontból azonosak voltak a fűszerek általános mikrobiális szennyezettségéhez, így az összes aerob élőcsíra, a penész, az élesztő, a koliformok és az *Escherichia coli* csíraszám is megfelelt a várakozásoknak.

A fűszerpaprika termékek összehasonlítása során nem találtam élelmiszerbiztonsági szempontból különbséget a házi és az ipari előállítású fűszerpaprika őrlmények között. Mind az élőcsíraszámok, mind az ergoszterin és mikotoxin tartalom nagyon hasonló volt. Eredményeim alapján élelmiszerbiztonsági szempontból a házi és az ipari előállítású paprika között nem lehet különbséget tenni.

A gyártósoron lévő paprika szennyező törmelékekből eredményeim alapján az őrlemény gyártás során nem szennyeződik a paprikaőrlemény. A paprika termesztésének körülményei határozzák meg a későbbi őrlemény mikrobiológiai állapotát, utószennyeződés a gyártósoron csak súlyos emberi mulasztás következtében lehetséges.

A megmintázott ipari fűszerpaprika gyártósoráról vett minták alapján nem lehet olyan technológiai lépést kijelölni, mely szignifikánsan minden esetben ugyanolyan hatással van a mikrobiológiai állapotra és tendenciát sem sikerült feltárnom.

A baktérium szaporodási modelleket alkalmaztam penészek szaporodásának jellemzésére in vivo. A Gompertz modell nem megbízható, mivel nem veszi figyelembe a tápanyag koncentrációt és a lag-fázis pontos mechanizmusát. A Baranyi modell ezzel ellentétben alkalmazhatónak bizonyult. A *Penicillium vermiculatum* szaporodási sebessége szignifikánsan kisebb, a lag-fázis hosszabb volt, mint az *Aspergillus niger* értékei minden hőmérsékleten- kivéve a 10 °C mindkét vízaktivitás érték; és 0,98 vízaktivitás érték, 15 °C esetén. A 0,98 vízaktivitás érték mindkét penész esetében jobban kedvezett a növekedésnek, mint a 0,90 vízaktivitás (lag-fázis, szaporodási sebesség). A 10 és a 15 °C nem kedvez az *Aspergillus niger*, a 37 °C a *Penicillium vermiculatum* növekedésének. A lag-fázis pontosabb meghatározásához további kísérletek szükségesek.

Kísérleteim eredménye szerint a mesterségesen penészesített fűszerpaprika esetében a penész szám meghatározásának előre jelzéséhez ergoszterin tartalom meghatározás alapján a Baranyi féle modell alkalmas, míg a lineáris illesztés nem.

8. Summary

In my dissertation production process of paprika is being monitored from food safety point of view from farm to fork. I am exploring the possible contamination points, technological steps, furthermore applicability of bacterial growth models is investigated in case of two moulds species *in vitro* and *in vivo*.

From the results it can be seen, that the Hungarian paprika powder is suitable from microbiological point of view. The microbiological status of the paprika is influenced mainly by environmental factors, like soil contamination, climatic conditions, harvest and post-treatments methods. From microbiological aspects the woven bag post-ripening technology proved to be more suitable in comparison with Raschel bag, since the ventilation of harvested paprika tubes was adequate, moreover post-ripening took place in well-aired area and protected moisture. Duration of post-ripening did not change significantly the microbial condition, however based on industrial experience, longer post-ripening period more likely concern moulds microbial degradation. According to my investigation, neither vinegar nor polysorbate washing are feasible under industrial condition as post-ripening paprika washing procedure chlorine wash, which is allowed in Serbia, decrease significantly the vegetative plate count, but using chlorine during washing is prohibited in Hungary. Only washing and slicing have impact on the microbiological contamination of post-ripened paprika. The procedures do not reduce the plate count occasionally increase it, but drying – following washing and slicing – could reach significant fall in plate count. Chilled storage in bar moreover storage in woven and plastic bag were investigated at semi-finished-product. Based on the results can not clearly say which method is best for microbiological point of view, therefore it should be considered in economic terms of the semi-finished product chilled storage. During monitoring microbial condition of the semi-finished product significant difference can not be detected regarding place of the origin or producers, however annual effect demonstrated for relation of three years. There was no connection between mycotoxin content, ergosterol content and living mould contamination of semi-finished product. From food safety aspects no difference can be found between home-made and industrial paprika powder comparing paprika product. According to my findings, contaminating fragments derived from paprika on production line, can not contaminate the powder during production. On the basis of samples taken from the industrial paprika production line, no single step can be designated which affect on the microbial contamination same way in each case, and constantly influence. The doubled steam treatment application was not successful. I developed a method to characterize all initial mould

contamination of semi-finished product and paprika powder based on quantitating determination of ergosterol content.

Mould growth investigation was carried out under various inoculum and water activity conditions with pure and mixed culture of *Penicillium vermiculatum* and *Aspergillus niger*. The mould growth was detected by measuring the change of colony diameter. I used models adapted for bacteria growth for describing moulds growth. The Gompertz model is not always reliable, but Baranyi model proved to be suitable among models. In case of artificially contaminated paprika with mould, determination of mould contamination based on ergosterol content gave good fit at Baranyi model, but at linear growth model was inadequate.

9. Irodalomjegyzék

Alcazar-Fuoli, L., Mellado, E., Garcia-Effron, G. Lopez, J.F., Grimalt, J.O., Cuenca-Estrella, J.M., Rodriguez-Tudela, J.L. (2008): Ergosterol biosynthesis pathway in *Aspergillus fumigatus*. *Steroids* 73., pp. 339-347.

Almela, L., Fernandez-Lopez, J.A., Nieto-Sandoval, J.M. (2002): Microbial inactivation of paprika by high-temperature short time treatment. Influence on color properties. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 50, 1435-1440.

Almela, L., Rabe, V., Sánchez, B., Torrella, F., López-Perez, J.P., Gabaldón, J.A., Guardiola, L. (2007): Ochratoxin A in red paprika: Relationship with the origin of raw material. *Food Microbiology* 24. 319-327.

Abramson, D., Gan, Z., Clear, R.M., Gilbert, J., Marquardt, R.R., (1998): Relationships among deoxynivalenol, ergosterol and *Fusarium* exoantigens in Canadian hard and soft wheat. *International Journal of Food Microbiology* 45, 217–224.

Baranyi, J. és Roberts, T.A. (1994): A dynamic approach to predicting bacterial growth in food. *Int. J. Food Microbiol.*, 23, 277-283

Baranyi, J., Roberts, T.A., McClure, P. (1993): A non-autonomous differential equation to model bacterial growth. *Food Microbiol.* 10, 43-51

Bhat, R.V. (1988): Mould deterioration of agricultural commodities during transit: problems faced by developing countries. *Journal of food Microbiology*, 7 (3), 219-225.

Biacs, P.A., Daood, H.G. (1994): High-performance liquid chromatography with photodiode-array detection of carotenoids and carotenoid esters in fruits and vegetables. *Journal of Plant Physiology* 143. pp. 520-525.

Biró G. (szerk.) 1999. Élelmiszer-higiéna. Budapest. Agroiinform

Bjurman, J. (1994): Ergosterol as an indicator of mould growth on wood in relation to culture age, humidity stress and nutrient level. *Int. Biodeter. Biodegr.* 33, 355 - 368.

Buchanan, R.L., Stahl, H.G., Whiting, R.C. (1989): Effects and interactions of temperature, pH, atmosphere, sodium chloride and sodium nitrite on the growth of *Listeria monocytogenes*: *J. Food Prot.*, 52, 844-850

Buchanan, R.L., Whiting, R.C., Damert, W.C., (1997): When is simple good enough: a comparison of the Gompertz Baranyi, and three-phase linear models for fitting bacterial growth curves. *Food Microbiology* 14, 313–326.

Chan D., MacDonald, S.J., Boughtflower, V., Brereton, P. (2004): Simultaneous determination of aflatoxins and ochratoxin A in food using a fully automated immunoaffinity column clean-up and liquid chromatography-fluorescence detection. *Journal of Chromatography A*, 1059, 13-16.

Dalggaard, P., Mejholm, O., Huss, H.H.(1990): Application of an interactive approach for development a microbial model predicting the self-life of packed fish, *Int. J. Food Microbiol.*, 38, 169-176

Daood, H.G., Korbász, M., Hamdan, S., Beczner, J. (2008): Simultaneous LC Determination of Ergosterol, Tocopherols and Carotenoids in Foods. *Chromatographia* 68, 137-140.

Davis, M.W., Lamar, R.T., (1992): Evaluation of methods to extract ergosterol for quantitation of soil fungal biomass. *Soil Biology & Biochemistry* 24, 189-198.

Deák Tibor: *Élelmiszer-mikrobiológia*. Mezőgazda Kiadó, 2006.

Ekblad, A., Näsholm, T. (1996): Determination of chitin in fungi and mycorrhizal roots by an improved HPLC analysis of glucosamine. *Plant and soil.* 178 (1), 29-35.

Erdogan, A. (2004): *The aflatoxin contamination of some pepper types sold in Turkey*, *Chemosphere* 56, 321—325.

Gibson, A.M., Bratchell, N., Roberts, T.A. (1987): The effect of sodium chloride and temperature on the rate and extent of growth *Clostridium botulinum* type A in pasturized pork slurry. *J. Appl. Bacteriol.*, 62,479-485

Gibson, A.M., Baranyi, J., Pitt, I.J., Eyles, M.J., Roberts, T.A., (1994): Predicting fungal growth: the effect of water activity on *Aspergillus flavus* and related species. *International Journal of Food Microbiology* 23, 419–431.

Gilbert, J., Abramson, D., McCallum, B., Clear, R. (2002): Comparison of Canadian *Fusarium graminearum* isolates for aggressiveness, vegetative compatibility, and production of ergosterol and mycotoxins. *Mycopathologia* 153, 209 - 215.

Gong, P., Guan X. Witter, E. (2001): A rapid method to extract ergosterol from soil by physical disruption. *Applied Soil Ecology* 17, 285–289

Goryacheva, I. Y., De Saeger, S., Lobeau, M., Eremin, S.A., Barna-Vetró, I., Van Peteghem, C. (2006): Approach for ochratoxin A fast screening in spices using clean-up tandem immunoassay columns with confirmation by high performance liquid chromatography-tandem mass spectrometry (HPLC.MS/MS). *Analytica Chimica Acta*, 577, 38-45.

Gospavic R., Kreyenschmidt J., Bruckner S., Popov, V., Haque N. (2008): Mathematical modelling for predicting the growth of *Pseudomonas* spp. in poultry under variable temperature conditions. *International Journal of Food Microbiology* 127, 290–297.

Görs, S., Schumann, R., Häubner, N., Karsten, U. (2007): Fungal and algal biomass in biofilms on artificial surfaces quantified by ergosterol and chlorophyll a as biomarkers. *International Biodeterioration and Biodegradation* 60. pp. 50–59.

Hippelein, M. és Rügamer, M. (2004): Ergosterol as an indicator of mould growth on building materials. *International Journal of Hygiene Environmental Health* 207, 379-385.

Horie, Y. (1971): *Fungi in Spices*. *J. Food Hygienic Soc. Japan* 12, 6, 516—519.

Horváth, K., Andrásy, É., Korbász M., Farkas, J. (2007): Using automatic conductometry for monitoring spoilage bacteria on chilled pork cutlets. *Acta alimentaria* 36, 283-291.

Isayenkov, S., Fester, T., Hause, B. (2004): Rapid determination of fungal colonization and arbuscule formation in roots of *Medicago truncatula* using real-time (RT) PCR. *Journal of Plant Physiology*, 161 (12), 1379-1383.

Kadalkal, C., Nas, S., Ekinçi, R. (2005): Ergosterol as a new quality parameter together with patulin in raw apple juice produced from decayed apples. *Food Chemistry* 90, 95–100.

Kapitány József és Márkus Ferenc: A fűszerpaprika termesztése és feldolgozása. Szaktudás ház kiadó Zrt, Budapest 2001.

Karan, D., Vukojeviã, J., Ljaljeviã - Grbiã, M., Miliãeviã, D., Jankoviã, V. (2005): *Presence of moulds and mycotoxins in spices*, Matica Srpska proceedings for natural sciences, 14, 77—84.

Karshøj, K., Nielsen, P.V., Larsen, T.O. (2007): Differentiation of Closely Related Fungi by Electronic Nose Analysis. *Journal of Food Science*. 72 (6), 187-192.

Kiskó G. (1998): Attempt to determine mouldiness of paprika powder by near infrared spectroscopy. *Journal of Near Infrared Spectroscopy* 6. 337-343.

Kiskó G., Stegeman H., Farkas J. (1998): Detection of moulds in paprika powder by enzyme-linked immunosorbent assay. *Acta alimentaria*, 27 (1), 97-103.

Koutsoumanis, K., Nychas, G.J.E.(2000): Applicability of an arrhenius model for the combined effect of temperature and CO₂ packaging on the spoilage microflora of the fish, *J. Food Microbiol.*, 60, 171-178

Kovács Melinda (2004): Mikotoxinok táplálkozás-egészségügyi vonatkozásai. *Orvosi hetilap*, 145 (34), 1739-1746.

Larsen, T., Axelsen, J., Ravn, H. W. (2004): Simplified and rapid method for extraction of ergosterol from natural samples and detection with quantitative and semi-quantitative methods using thin-layer chromatography. *Journal of Chromatography A*, 1026, 301-304.

Larsson, L., Larsson, P. F. (2001): Analysis of chemical markers as a means of characterising airborne micro-organisms in indoor environments: a case study. *Indoor Built Environ.* 10, 232 - 237.

Li, Y., Wadsö, L. Larsson, S., Bjurman, J. (2007): Correlating two methods of quantifying fungal activity: Heat production by isothermal calorimetry and ergosterol amount by gas chromatography–tandem mass spectrometry. *Thermochimica Acta* 458, 77–83

Liu, H., Jia, W., Zhang, J., Pan, Y (2008): GC-MS and GC-olfactometry analysis of aroma compounds extracted from culture fluids of *Antrodia camphorata*. *World Journal of Microbiology and Biotechnology.* 24 (8), 1599-1602.

Marín, S., Cuevas, D., Ramos, A.J., Sanchis, V., (2007): Fitting of colony diameter and ergosterol as indicators of food borne mould growth to known growth models in solid medium. *Journal of Food Microbiology* doi:10.1016/j.ijfoodmicro.2007.08.030

Marín, S., Ramos, A.J., Sanchis, V., (2005). Comparison of methods for estimating mould biomass of foodborne fungi. *International Journal of Food Microbiology* 99, 329-341.

Martin, F., Delaruelle, C., Hilbert, J.L., (1990). An improved ergosterol assay to estimate fungal biomass in ectomycorrhizas. *Mycological Research* 94, 1059-1064.

McMeekin, T.A., Olley, J.N., Ross, T., Ratkowsky, T.A. (1993): *Predictive Microbiology: Theory and Application*, John Wiley and Sons, New York.

Montgomery, H.H., Monreal, C.M., Young, J.C., Seifert, K.A., (2000): Determination of soil fungal biomass from soil ergosterol analyses. *Soil Biol. Biochem.* 32, 1207–1217.

Ng, H.-E., Raj, S.S.A., Wong, S.H., Tey, D., Tan, H.M. (2008): Estimation of fungal growth using the ergosterol assay: a rapid tool in assessing the microbiological status of grains and feeds. *Letters in Applied Microbiology* 46. pp. 113-118.

Nielsen, K. F., Madsen, J. O. (2000): Determination of ergosterol on mouldy building materials using isotope dilution and gas chromatography-tandem mass spectrometry. *J. Chromatogr.* 898, 227 - 234.

Nieto-Sandoval, J.M., Almela, L., Fernandez-Lopez, J-A., Munoz, J.A. (2000): Effect of electron beam irradiation on color and microbial bioburden of red paprika. *Journal of Food Protection.*, 63, 633-637.

Newell, S., (1996). Ergosterol as a fungal-mass index. *Inoculum. Newsletter of the Mycological Society of America* 47, 10.

Newell, S.Y., (1994). Total and free ergosterol in mycelia of saltmarsh Ascomycetes with access to whole leaves or aqueous extracts of leaves. *Applied and Environmental Microbiology* 60, 3479-3482.

O’Riordan, M.J., Wilkinson, M.G. (2008): A survey of the incidence and level of a.atoxin contamination in a range of imported spice preparations on the Irish retail market. *Food Chemistry* 107, 1429–1435.

Paterson, R.R.M. (2006): Aflatoxins contamination in chilli samples from Pakistan. *Food Control*, 18, 817-820.

Pitt, J.I. (1987): *Penicillium viridiatum*, *-penicillium verrucosum* and production of achratoxin A. *Journal of Applied Environmental Microbiology*, 53, 266-269.

Ravi-Kiran, D., Narayana, K.J.P., Vijayalakshmi, M. (2005): Aflatoxin B₁ production in chillies (*Capsicum annum* L.) kept in cold stores. *African journal of Biotechnology*, 4 (8), 791-795.

Ramesh, M.N., Wolf, W., Tevini, D., Jung, G.(2000): Influence of processing parameters on the drying of spice paprika. *Journal of Food Engenieering*, 49. 63-72.

Reddy, S.V., Kiran Mayi, D., UmaReddy, U., Thitumala-Devi, K., Reddy, D.V.R. (2001): Aflatoxins B₁ in different grades of chillies (*Capsicum annum* L.) in Indiaas determined by indirect competitive ELISA. *Food Additives and Contaminations*, 18 (6), 553-558.

Romagnoli, B., Menna, V., Grupponi, N., Bergamini, C. (2007): Aflatoxins in spices, aromatic herbs, herb-teas and medicinal plants marketed in Italy. *Food Control*, 18, 697-701.

Ruiz-Moyano S, Benito MJ, Martín A, Aranda E, Hernández A, Córdoba MG. (2009): Characterization of molds isolated from smoked paprika by PCR-RFLP and micellar electrokinetic capillary electrophoresis. *Food Microbiology*, 26(8), 776-82.

Téren, J., Varga, J., Hamari, Z., Rinyu, E., Kevei, F. (1996): Immunochemical detection of ochratoxin A in black *Aspergillus* strains. *Mycopathologia*, 134, 171-176.

Szeitzné Szabó Mária és Kovács Melinda (2007): Mikotoxin határértékek szabályozása: egészségvédelem kontra szabályozás. *Magyar állatorvosok lapja*, 129, 48-57.

Szenes Endréné: Fűszerpaprika-őrlemény gyártása kisüzemben. Ételízesítők. Hidegen sajtolt olajok. Integra-projekt Kft., Termelők kiskönyvtára sorozat, Budapest 1996.

Turhan, M. és Turhan, N. (2007): Drying kinetics of red pepper. *Journal of Food Processing and Preservation*. 21. 209-223.

Valik, L., Baranyi, J., Görner, F., (1999): Predicting fungal growth: the effect of water activity on *Penicillium roqueforti*. *International Journal of Food Microbiology* 47, 141–146.

Varga, J., Rigó, K., Tóth, B., Téren, J., Kozakiewicz, Z. (2003): Evolutionary relationships among *Aspergillus* species producing economically important mycotoxins. *Food Technol. Biotechnology*, 41, 29-36.

Weete, J. D.: *Lipid biochemistry of fungi and other organisms*, Plenum Press, New York (1980).

Wilcox, F., Mercier, M., Hendrickx, M., Tobback, P. (1993): Modelling the influence of temperature and carbon dioxide upon the growth of *Pseudomonas fluorescens*. *Food Microbiol.*, 10, 159-166

Zill, G., Engelhardt G., Wallnöfer P.R. (1988): Determination of ergosterol as a measure of fungal growth using Si 60 HPLC. *Zeitschrift für Lebensmitteluntersuchung und Forschung*. 187 (3), 246-249.

Zinedine, A., Juan, C., Idrissi, L., Manes, J. (2007 a): Occurrence of ochratoxin A in bread consumed in Morocco. *Microchemical Journal*, 87, 154-158.

Zinedine, A., Juan, C., Soriano, J.M., Moltó, J:C., Idrissi, J., Manes, J.(2007 b): Limited survey for the occurrence of aflatoxins in cereals and poultry feeds from Rabat, Morocco. *Int. J. of Food Microbiology*, 115, 124-127.

Zwietering, M.H., Jongenburger, I., Rombouts, F.M., van't Riet, K. (1990): Modeling of the bacterial growth curve, *Appl. Environ. Microbiol.*, 56, 1875-1882

Szabványok:

MSZ EN ISO 11290-2:1998/A1:2005. Élelmiszerek és takarmányok mikrobiológiai vizsgálata. Horizontális módszer a *Listeria monocytogenes* kimutatására és számlálására. 2. rész: Számlálási módszer. 1. módosítás: A számlálási tápközeg módosítása (ISO 11290-2:1998/AM1:2004)

MSZ EN ISO 11290-2:2000. Horizontális módszer a *Listeria monocytogenes* kimutatására és számlálására. 2. rész: Számlálási módszer (ISO 11290-2:1998)

MSZ EN ISO 4833:2003. Horizontális módszer a mikroorganizmusok számlálására. Telepszámlálási technika 30 °C-on (ISO 4833:2003) MSZ EN ISO 6888-1:1999/A1:2004 MSZ EN ISO 7932:2005

MSZ EN ISO 6579:2004. Élelmiszerek és takarmányok mikrobiológiája. Horizontális módszer a *Salmonella* spp. kimutatására (ISO 6579:2002)

MSZ EN ISO 6887-1:2000. A vizsgálati minták, az alapsuszpenzió és a decimális hígítások elkészítése mikrobiológiai vizsgálathoz. 1. rész: Az alapsuszpenzió és a decimális hígítások elkészítésének általános szabályai (ISO 6887-1:1999)

MSZ EN ISO 6887-4:2000. Microbiology of food and animal feeding stuffs -- Preparation of test samples, initial suspension and decimal dilutions for microbiological examination -- Part 4: Specific rules for the preparation of products other than milk and milk products, meat and meat products, and fish and fishery products

MSZ ENV ISO 11133-1:2000. A táptalajok elkészítésének és előállításának irányelvei 1. rész: A laboratóriumban végzett táptalajkészítés minőségbiztosításának általános irányelvei (ISO/TR 11133-1:2000)

MSZ ISO 16649-2:2004. β -glükuronidáz pozitív *E. coli* telepszámlálás 44°C-on.

MSZ ISO 16649-2:2005. Élelmiszerek és takarmányok mikrobiológiája. Horizontális módszer a β -glükuronidáz-pozitív *Escherichia coli* megszámlálására. 2. rész: Telepszámlálási technika 44 °C-on 5-bróm-4-klór-3-indolil- β -D-glükuroniddal

MSZ ISO 7954:1999 Mikrobiológia. Általános útmutató élesztők és penészek számlálásához. Telepszámlálási technika 25 °C-on

MSZ ISO 9308-2:1990. Detection and enumeration of coliform organisms, thermotolerant coliform organisms and presumptive *Escherichia coli* -- Part 2: Multiple tube (most probable number) method

Internetes hivatkozások:

http://portal.ksh.hu/pls/ksh/docs/hun/xstadat/xstadat_eves/tabl4_01_11ii.html

<http://www.fvm.hu/main.php?folderID=1495&articleID=5802&ctag=articlelist&iid=1>

Törvények:

17/1999. (VI. 16.) Egészségügyi Minisztérium rendelet az élelmiszerek vegyi szennyezettségének megengedhető mértékéről.

COMMISSION REGULATION (EC) No 123/2005 of 26 January 2005 amending Regulation (EC) No 466/2001 as regards ochratoxin A

COMMISSION REGULATION (EC) No 472/2002 of 12 March 2002 amending Regulation (EC) No 466/2001 setting maximum levels for certain contaminants in foodstuffs

10. Melléklet

1. táblázat: A fűszerpaprika féltermék minták

Minta sorszáma	Ipari információ	Termesztő	Évjárat
1	SZEPA 2005	Nagyvállalat	2005
2	SZEPA 2005	Nagyvállalat	2005
3	SZEPA szárító 2004	Nagyvállalat	2004
4	SZEPA szárító 2005	Nagyvállalat	2005
5	ARAGONIA RT. 2005	Nagyvállalat	2005
6	Vásárolt Borka Tibor	Kis termelő	2005
7	ARAGONIA RT. 2005	Nagyvállalat	2005
8	ARAGONIA RT. 2005	Nagyvállalat	2005
9	Borka Tibor 2005	Kis termelő	2005
10	ARAGONIA RT. 2005	Nagyvállalat	2005
11	Hétvezér Szövetkezet 2005	Középvállalat	2005
12	Hétvezér Szövetkezet 2005	Középvállalat	2005
13	ARAGONIA RT.	Nagyvállalat	2005
14	ARAGONIA RT. 2005	Nagyvállalat	2005
15	ARAGONIA RT. 2005	Nagyvállalat	2005
16	Hétvezér Szövetkezet 2005	Középvállalat	2005
17	Saját 2004	Nagyvállalat	2004
18	2005 Rubin Brazil	Külföldi	2005
19	2005 Dél-Afrikai Rubin kft.	Külföldi	2005
20	Borka Tibor 2005	Kis termelő	2005
21	Hétvezér Szövetkezet 2005	Középvállalat	2005
22	ARAGONIA RT. 2005	Nagyvállalat	2005
23	ARAGONIA RT. 2005	Nagyvállalat	2005
24	ARAGONIA RT. 2005	Nagyvállalat	2005
25	Saját erős 2004	Nagyvállalat	2004
26	Saját 2004	Nagyvállalat	2004
27	Saját 2005	Nagyvállalat	2005
28	Saját 2005	Nagyvállalat	2005
29	SZEPA saját 2005	Nagyvállalat	2005
30	Saját 2005	Nagyvállalat	2005
31	Gorzai Egyedi 2005	Nagyvállalat	2005
32	Október 25 2-es műszak	Nagyvállalat	2006
33	Gorzai 2006-os	Nagyvállalat	2006
34	Mihálytelki bőr 35	Nagyvállalat	2006
35	Gorzai Egyedi 2005	Nagyvállalat	2005
36	Üllés 3	Nagyvállalat	2006
37	Hétvezér 2005	Középvállalat	2005
38	Perui erős 2004-es	Külföldi	2004
39	Hétvezér 2005	Középvállalat	2005
40	Borka 2005	Kis termelő	2005
41	2006. November 3. 3. műszak	Nagyvállalat	2006
42	2006. November 4. 1. műszak	Nagyvállalat	2006
43	Október 10. 1-es műszak	Nagyvállalat	2006
44	Martonosi 2006 II.	Nagyvállalat	2006

45	Hétvezér 2005	Középvállalat	2005
46	Szepa Egyedi 2004	Nagyvállalat	2004
47	Gorzai Egyedi III. o. 2004	Nagyvállalat	2004
48	Üllés 4	Nagyvállalat	2006
49	Brazil 2006-os vásárolt	Külföldi	2006
50	Borka 2005	Kis termelő	2005
51	Üllés 2	Nagyvállalat	2006
52	Hétvezér 2005	Középvállalat	2005
53	Gorzai Egyedi 2004-es	Nagyvállalat	2004
54	Szegedi 20 (76)	Nagyvállalat	2006
55	Üllés 1	Nagyvállalat	2006
56	Szepa Egyedi 2004	Nagyvállalat	2004
57	Gorzai 2006	Nagyvállalat	2006
58	Szepa erős egyedi 2005-ös	Nagyvállalat	2005
59	Martonosi 2006 I.	Nagyvállalat	2006
60	Gorzai 2006	Nagyvállalat	2006

2. táblázat: Meteor fajta- l d s ut elr l s kétszemponos varianciaanalízis

	Szövött – 4 hónap - Hűtött	Szövött – 4 hónap – Nem hűtött	Szövött – 7 hónap - Hűtött	Szövött – 7 hónap – Nem hűtött	Nejlon – 4 hónap - Hűtött	Nejlon – 4 hónap – Nem hűtött	Nejlon – 7 hónap - Hűtött	Nejlon – 7 hónap – Nem hűtött
Szövött – 4 hónap - Hűtött	X	-	-	-	-	-	-	-
Szövött – 4 hónap – Nem hűtött	*	X	-	-	-	-	-	-
Szövött – 7 hónap - Hűtött	-	-	X	-	-	-	-	-
Szövött – 7 hónap – Nem hűtött	-	-	-	X	-	-	-	-
Nejlon – 4 hónap - Hűtött	-	-	-	-	X	-	-	-
Nejlon – 4 hónap – Nem hűtött	-	**	-	-	**	X	-	-
Nejlon – 7 hónap - Hűtött	-	-	-	-	-	-	X	-
Nejlon – 7 hónap – Nem hűtött	-	-	-	-	-	-	-	X

- nincs szignifikáns különbség

* 90 %-os valószínűségi szinten van különbség

** 95 %-os valószínűségi szinten van különbség

3. táblázat: Napfény - ladás utóérlelés kétszemponos varianciaanalízis

	Szövött – 4 hónap - Hűtött	Szövött – 4 hónap – Nem hűtött	Szövött – 7 hónap - Hűtött	Szövött – 7 hónap – Nem hűtött	Nejlon – 4 hónap - Hűtött	Nejlon – 4 hónap – Nem hűtött	Nejlon – 7 hónap - Hűtött	Nejlon – 7 hónap – Nem hűtött
Szövött – 4 hónap - Hűtött	X	-	-	-	-	-	-	-
Szövött – 4 hónap – Nem hűtött	-	X	-	-	-	-	-	-
Szövött – 7 hónap - Hűtött	-	-	X	-	-	-	-	-
Szövött – 7 hónap – Nem hűtött	-	-	**	X	-	-	-	-
Nejlon – 4 hónap - Hűtött	**	-	-	-	X	-	-	-
Nejlon – 4 hónap – Nem hűtött	-	-	-	-	-	X	-	-
Nejlon – 7 hónap - Hűtött	-	-	**	-	-	-	X	-
Nejlon – 7 hónap – Nem hűtött	-	-	-	-	-	-	-	X

- nincs szignifikáns különbség

* 90 %-os valószínűségi szinten van különbség

** 95 %-os valószínűségi szinten van különbség

4. táblázat: Napfény – Raschel zsákos utóérlelés kétszemponos varianciaanalízis

	Szövött – 4 hónap - Hűtött	Szövött – 4 hónap – Nem hűtött	Szövött – 7 hónap - Hűtött	Szövött – 7 hónap – Nem hűtött	Nejlon – 4 hónap - Hűtött	Nejlon – 4 hónap – Nem hűtött	Nejlon – 7 hónap - Hűtött	Nejlon – 7 hónap – Nem hűtött
Szövött – 4 hónap - Hűtött	X	-	-	-	-	-	-	-
Szövött – 4 hónap – Nem hűtött	-	X	-	-	-	-	-	-
Szövött – 7 hónap - Hűtött	-	-	X	-	-	-	-	-
Szövött – 7 hónap – Nem hűtött	-	-	-	X	-	-	-	-
Nejlon – 4 hónap - Hűtött	-	-	-	-	X	-	-	-
Nejlon – 4 hónap – Nem hűtött	-	-	-	-	-	X	-	-
Nejlon – 7 hónap - Hűtött	-	-	-	-	-	-	X	-
Nejlon – 7 hónap – Nem hűtött	-	-	-	-	-	-	**	X

- nincs szignifikáns különbség

* 90 %-os valószínűségi szinten van különbség

** 95 %-os valószínűségi szinten van különbség

Szeretném megköszönni a Központi Élelmiszer-tudományi Kutatóintézet igazgatójának, Dr. Bánáti Diannának, valamint a Mikrobiológiai Osztály vezetőjének Dr. Beczner Juditnak, hogy lehetőséget biztosítottak kísérleteim elvégzésére.

Továbbá köszönöm a Mikrobiológiai Osztály valamennyi dolgozójának a szakmai segítségét, külön köszönöm Dr. Daood Husseinnek az Analitikai Osztály vezetőjének és Sassné dr. Kiss Ágnesnek az analitikai kísérletekben nyújtott segítséget.

A kísérleteimet a GAK 2005 CPPAPR05 keretében végeztem el, szakmai segítségét külön köszönöm Ocskó Istvánnak (Szegedi Fűszerpaprika Zrt) és Pércsi Szilárdnak (Campden és Chorleywood Kht) a paprikagyártás és a színmérés területén.

Külön köszönet illeti családomat és barátaimat, akik támogatást nyújtottak dolgozatom elkészítésében.