

Diplomadolgozat

Rásky Botond András

F3HKDU

2024



Magyar Agrár- és Élettudományi Egyetem

Budai Campus

Élelmiszerbiztonsági és- minőségi mérnök mesterképzési szak

Élesztőkezelés minőségbiztosítása kisüzemi sörfőzdékben

Belső konzulensek: Dr. Kun-Farkas Gabriella

egyetemi adjunktus

Kiss Zsuzsanna

egyetemi adjunktus

Belső konzulensek Tanszéke: Sör- és Szeszipari Tanszék

Külső konzulens: Farkas Péter

Termelési vezető

Készítette: Rásky Botond András

Budapest

2024

Tartalomjegyzék

1. Bevezetés	5
2. Szakirodalmi áttekintés	7
2.1 Élesztőgombák jelentősége az élelmiszeriparban	7
2.1.1 Élesztők történeti háttere, felhasználásuk	7
2.1.2 Élesztőgombák a fermentációs iparban	8
2.1.3 Élesztőgombák a sörgyártásban	10
2.2 A sörélesztő	11
2.2.1 A sörélesztő morfológiája, összetétele	11
2.2.2 A sörélesztő tápanyagszükséglete	16
2.2.3 A sörélesztő anyagcsere folyamatai	18
2.3 Élesztőmenedzsment	22
2.3.1 Az élesztő útjának állomásai	22
2.3.2 A sörélesztő formái, szaporítása	23
2.3.3 A beélesztőzés kivitelezése	24
2.3.4 Az élesztő elvétele az erjesztőtartályból	25
2.3.5 Az élesztő tárolása további felhasználásig	26
2.3.6 Az élesztő előkezelése tárolást követően	27
3. Alkalmazott módszerek	29
4. Eredmények és értékelésük	30
4.1 Élelmiszerbiztonság az élesztőkezelésben	30
4.2 HACCP felépítése, és a minőségirányítási rendszer elemei	31
4.3 Folyamatközpontú megfigyelés	33
4.4 A gyártóterület minőségi megfelelése	34
4.5 Felmerülő kockázatok csökkentése	35
4.6 SWOT elemzés kisüzemi főzdekben	36
5. Kisüzemi megvalósítás	38
5.1 Az élesztő kultúra fenntartásának minőségbiztosítása	38
5.2 Kritikus szabályozási pontok (CCP-k)	44
5.3 Kockázateértékelés az élesztő útjának egyes pontjain	47
6. Következtetések és Javaslatok	48
7. Összefoglalás	49
8. Irodalomjegyzék	50
9. Táblázatok és ábrák jegyzéke	55
10. Mellékletek	56

ATP	<i>Adenosine triphosphate</i>	Adenozin-trifoszfát
CAPA	<i>Corrective Action Preventive Action</i>	Javító megelőző intézkedés
CIP	<i>Clean in Place</i>	Helyszíni tisztító rendszer
HACCP	<i>Hazard Analysis Critical Control Points</i>	Veszélyelemzés Kritikus Szabályozási pontok
GHP	<i>Good Hygiene Practices</i>	Jó Higiéniai Gyakorlat
GMP	<i>Good Manufacturing Process</i>	Jó Gyártási Gyakorlat
ISO	<i>International Organization for Standardization</i>	Nemzetközi Szabványügyi Szervezet
JIT	<i>Just in Time</i>	A megfelelő időben
RPN	<i>Risk Priority Number</i>	Kockázati prioritási szám
SWOT	<i>Strengths, Weaknesses, Opportunities, Threats</i>	Erősségek, Gyengeségek, Lehetőségek, Fenyegetések

1. Bevezetés

A kisüzemi sörfőzés világszerte és persze hazánkban is egyre meghatározóbb a sörpiaci szegmensben. Segítette a terjedést a 2010-es évektől induló sörforradalom. Ennek következtében a gyártási folyamatok minőségére és hatékonyságára vonatkozó elvárások is folyamatosan emelkednek, amelyek között kiemelt helyen áll az élesztő kezelése. Az élesztő nem csupán egy alapvető hozzávalója a sörkészítésnek, hanem egy olyan mikroorganizmus, melynek megfelelő kezelése kritikus fontosságú a sörgyártás sikeressége szempontjából. Ezen felismerés mentén dolgozatom célja, hogy részletesen bemutassam azokat a specifikus problémákat és lehetséges megoldásokat, melyekkel a kisüzemi sörfőzdék szembesülnek az élesztő kezelésének terén.

A diplomamunkám témájának kiválasztása személyes szenvedélyemen és szakmai érdeklődésem alapján. A sör iránti vonzalmam nem csak a fogyasztói élvezet, de a korábbi előtanulmányaim és mélyebb érdeklődésem a technológiai kivitelezés iránt juttatott el a házi sörfőzés gyakorlatáig. Ez a hobbim lehetőséget biztosított számomra, hogy alaposabban megismerjem a sörkészítés művészetét és tudományát, különös tekintettel az élesztő szerepére és kezelésére. Az otthoni sörfőzés során felmerülő kihívások és megoldások kutatása vezetett el az élesztőmenedzsment iránti érdeklődésem kibontakoztatásához. A témaválasztásomat tovább erősítette a lehetőség, hogy együttműködjek egy helyi kisüzemi sörfőzdével. Ez az együttműködés különleges betekintést engedett a kisüzemi sörfőzés világába, és értékes tapasztalatokat nyújtott, amelyek jelentős mértékben gazdagították a kutatásomat és a szakmai fejlődésemet.

A dolgozat témájának aktualitását elsősorban az élesztő kezelés gazdasági és környezeti vonatkozásai indokolják. Jelen kutatás alapját képezi a magyarországi kisüzemi sörfőzdék gyakorlatainak és trendjeinek elemzése, kiemelve azokat a kritikus pontokat, ahol az élesztőmenedzsment optimalizálása jelentős előnyöket hozhat. Ennek keretében vizsgálom az élesztő újrafelhasználhatóságának jelenlegi gyakorlatát, mind gazdasági mind pedig élelmiszerbiztonsági aspektusból.

A dolgozat felépítése során bemutatom az élesztő szerepét a sörfőzési folyamatban, az újrahasznosításának előnyeit és kihívásait, valamint azokat a módszereket és technikákat, amelyek lehetővé teszik az élesztő hatékonyabb és biztonságosabb kezelését a kisüzemi

gyakorlatban. Külön figyelmet fordítok azokra a modern innovációkra és megoldásokra, amelyek hozzájárulhatnak a kisüzemi sörfőzdék fenntarthatóságához és gazdasági hatékonyságához az élesztő kezelésének területén, érintve a felhasznált eszközöket és technikákat.

A kutatás során választ keresek a következő kérdésekre:

- Milyen módon lehet optimalizálni az élesztő újrafelhasználást a kisüzemi sörfőzdékben?
- Milyen technológiai és menedzsment megoldások állnak rendelkezésre az élesztő felhasználás optimalizálására?
- Hogyan befolyásolja az élesztő kezelésének módja a végtermék minőségét és költségeit?

Ezekre a kérdésekre válaszokat keresve nem csak a kisüzemi sörfőzdék működési hatékonyságát kívánom elősegíteni, hanem hozzájárulni a fenntartható és felelősségteljes sörgyártáshoz is.

2. Szakirodalmi áttekintés

2.1 Élesztőgombák jelentősége az élelmiszeriparban

2.1.1 Élesztők történeti háttere, felhasználásuk

Az élesztők az élelmiszeripar egyik legkiemelkedőbb mikroorganizmusai közé tartoznak, mivel kulcsfontosságú szerepet játszanak számos fermentációs folyamatban és biotechnológiai alkalmazásban. Graham H. Fleet (2006) kiemeli, hogy az élesztők és az emberi társadalom közötti kapcsolat szorosan összefonódik a kenyér, a sör és a bor, mint globális élelmiszer- és italárak evolúciójával, amely körülbelül 5000 éves múltra tekint vissza. Az élesztőkkel kapcsolatos mikrobiológiai tudomány a 1600-as évek közepén kezdődött Antonie van Leeuwenhoek holland tudós első mikroszkópos élesztősejtekkel kapcsolatos megfigyeléseivel. Leeuwenhoeket a mikroszkóp atyjaként tartjuk számon, mivel élete során több mint 500 db mikroszkópot készített. Ezek a készülékek egyetlen lencséből álltak, és volt olyan, amely 270-szeres nagyításra is képes volt, mellyel jelentősen túlmutatott a kora tudományos lehetőségein. A 17. század végén figyelte meg az élesztősejtek struktúráit, amelyekre „mikroszkopikus élőlényekként” hivatkozik. (Cartwright, 2023).

Az élesztők azonban nemcsak a hagyományos élelmiszerek és italok, mint a kenyér, a sör és a bor előállításában játszanak fontos szerepet, hanem a fermentációs folyamatok során íz- és aromaanyagok előállításával, valamint a termékek textúrájának módosításával is hozzájárulnak az élelmiszerek biológiai gazdagításához és tápértékének növeléséhez.

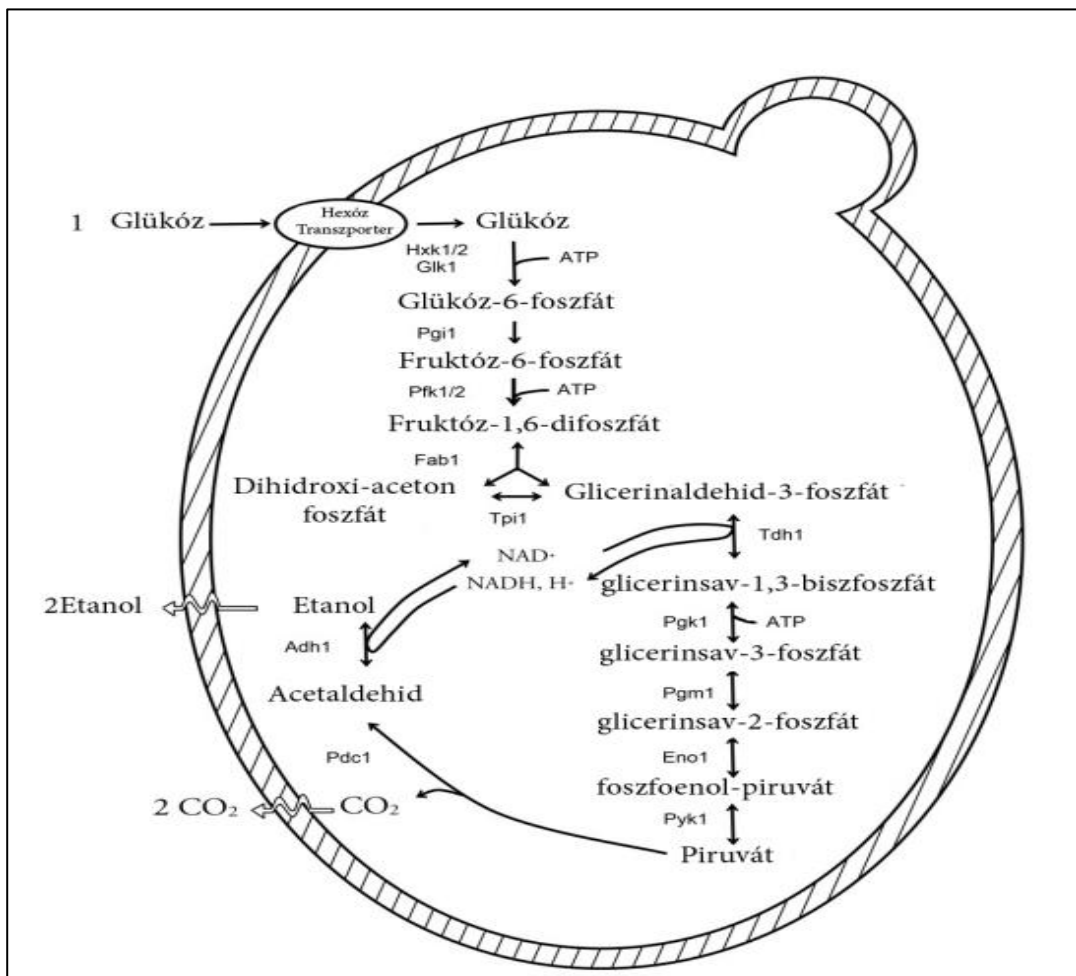
Az elsődleges felhasználási területeken túl, mint a bor, a kenyér, és a sör gyártásban kiemelt szerepet kapó élesztők több egyéb területen is jelentősök. Ezek a tejiparban készített fermentált tejtermékek, és különböző sajtok, de a manapság elterjedt ciderek is erjesztés útján készülnek. (Abbas, 2006)

Az élesztők a fermentációs folyamatokban betöltött szerepükön túl élelmiszer-összetevők és adalékanyagok forrásaként is szolgálnak, így például ízfokozók, vitaminok és enzimek előállításában is fontos szerepük van (Fleet, 2006). A következő szakaszban az élesztők fajtáiról a fermentációs iparban betöltött szerepükről fogok írni. Külön alfejezetben fogom a sörgyártásról szóló részt taglani, mely a dolgozat szempontjából kiemelt szerepben van.

2.1.2 Élesztőgombák a fermentációs iparban

Ebben a szakaszban az élelmiszeripar területén belül a különböző fermentációs eljárásokkal készített termékekről fogok egy áttekintést írni a teljesség igénye nélkül. A sörgyártásban használatos élesztő törzsekről ez a fejezet nem szól, mivel ennek külön fejezetet fogok szentelni.

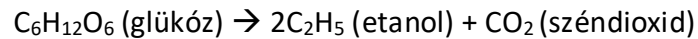
Biokémiai szempontból a fermentáció nem más, mint egy olyan folyamat, ahol egy bizonyos szervezet a jelenlegi példában a különböző élesztők szénhidrátot, ez lehet keményítő vagy valamilyen szacharid alkohollá és/vagy savvá alakítják (Maicas, 2020). A korábbiakban megneveztem néhány terméket, amelyeket fermentációs folyamat eredményeként kapunk, de fontos megérteni, hogy mi történik az élesztő sejten belül a felhasznált glükózzal, ezt az 1. ábrán lehet megfigyelni.



1. ábra: Glikolízis és alkoholos fermentáció lépései *S. cerevisiae*-n

(Forrás: Fábó et al., 2015)

A köztes lépéseket leegyszerűsítve a következő egyenletet lehet felírni a glükóz átalakulására.



Fontos és energiafelhasználás szempontjából érdemes kiemelni, mi történik a sejtekkel oxigénhiány és/vagy oxigén szegény környezetben. Ebben az esetben az etanol acetaldehidből keletkezik és két mol ATP létrejötte is kíséri a folyamatot. Mivel ez egy igen energiaigényes folyamat a sejtek számára ez nem optimális. Egyik oka ennek a túlzott glükóz felhasználás, a megfelelő ATP mennyiség létrehozásához, a másik oka pedig a glükóz bevitel hatására keletkező etanol mennyisége, aminek következtében leáll a fermentáció tevékenysége. (Walker and Stewart, 2016)

Az élesztők iparban betöltött szerepe az alkoholos erjesztés folyamatában a legmeghatározóbb, gazdaságilag a legfontosabb biotechnológiai eljárás. Emiatt vált szükségessé az élesztőtörzsek szelektálása, fejlesztése, és ezek biztonságos fenntartása. (Walker and Stewart, 2016)

Az alkoholos italok között a sör mellett a borászatban is kiemelt szerepe van a különböző élesztőknek, mivel tradicionálisan spontán fermentációval állították elő a különböző borokat. A vad élesztők közül számos fajt ismerünk, de a leggyakrabban a *Candida*, *Hanseniopsis*, *Pichia*, és *Zygosaccharomyces* fajok felelősek az erjedésért. (Beltran et al., 2002) A vad élesztők előnyei, hogy rendkívül sokrétű egyedi ízvilágú italokat hoznak létre, ugyanakkor hátrányuk, hogy kevésbé reprodukálható, kiszámíthatatlan nem előnyös tulajdonságú borok is létrejöhetnek. (Jancis, 2003) Ezzel szemben egyre nagyobb teret hódít az előre meghatározott oltótörzsek használata a szőlő felhasználása során. Ez a folyamat azokkal az előnyökkel rendelkezik, amivel a spontán élesztőgombák nem, de a hátrányuk abban mutatkozik meg, hogy előbb-utóbb kevésbé változatos ízű és fajtájú bor készül, mivel előnyösebb tulajdonságaik révén versenyelőnybe kerül a vad törzsekkel szemben. (Beltran et al., 2002)

Kisebbségben foglal el az alkoholok családjából, de érdemes a ciderekről is írni néhány gondolatot. Az első ciderek, ahogy a borok is, spontán erjedéssel készültek. Elsődlegesen Európában, Észak-Amerikában és Ausztráliában terjedtek el igazán. (Cousin et al., 2017) Az erjesztéshez a ciderek esetében is különböző *Saccharomyces* törzseket használnak abból a megfontolásból, hogy konzisztens ízprofilt tudjanak kialakítani.

A különböző alkoholos italokon és ipari alkoholokon kívül az élesztőket egyéb termékekhez is felhasználják a következő termék, amely a mindennapjaink részét képezi nem más, mint a sütőiparban felhasznált élesztők. Fontos szerepet töltenek be a kenyér végső textúrájának kialakításában, amelyeket a CO₂ és egyéb metabolitok termelésével alakít ki. (Struyf, Nore, et al., 2017) Dél-Európában és Amerikában az egyszerű élesztőn túl elterjedt az úgynevezett savanyú kovász használata. Az iparban, ehhez olyan starterkultúrát használnak, amelyben a tejsavbaktériumok kiemelt szerepet kapnak például a *Lb. brevis*, *Lb. fermentum*. (Deák et al., 2006).

2.1.3 Élesztőgombák a sörgyártásban

A sör készítése (főzése) során is kiemelt szerepet kap az élesztő sör típustól függetlenül. Ezeket az élesztőket később tárgyalom a dolgozatban. A sör készítése az egyik legrégebb múltra tekint vissza egészen Mezopotámia fennállásának idejére tehetőek azok az írásos fennmaradt dokumentumok, amik rendelkezésünkre állnak. (Deák et al., 2006, Iorizzo M et al., 2021) A sörfőzés egyik alappilléret Boulton és Quain (2001) könyvében is kiemelt témaként merül fel a *Reinheitsgebot* rendelet, amit IV. Vilmos bajor herceg adott ki 1516-ban. Ebben a dokumentumban lefekteti, hogy a sör (akkor még csak) három összetevőből állhat. Ez a víz, árpamaláta, és komló. Csak a XIX. században izolálta Louis Pasteur az élesztőt, ami korábban is jelen volt, csak erről a korabeli embernek nem volt tudomása. A rendelettel kapcsolatban érdemes megemlíteni, hogy elsődleges célja nem a sör minőségének javítása, hanem a búzából történő sörfőzés megtiltása volt.

Az idő előrehaladtával, és a technológia fejlődésével, egyértelművé vált a sörélesztők differenciálása. El kell különíteni a felső (ale) és alsó (lager) típusú élesztőket, mivel erjesztés után előbbi a sör tetején, utóbbi a sör alján fog agglutinálódni. (Farkas G, 2007) Az alsó erjesztésű sörélesztők, azaz lager élesztők a *Saccharomyces pastorianus* (korábban *S. carlsbergensis*) fajhoz tartoznak, az ale élesztők pedig a *Saccharomyces cerevisiae* faj képviselői. A sörpiacon jelenleg 90%-os részt a lager sörök adják, a fennmaradó 10 %-ból 5 % ale, a maradék pedig egyéb kategóriába tartozik. (Varela, 2016) Az alsóerjesztésű sörökhöz használt élesztő alacsony 5 – 15 °C fok között erjesztenek, a felsőerjesztésűek jellemzően 15 –

25 °C az optimális hőmérséklet. A legújabb felsőerjesztésű sörök előállításához egy kifejezetten magas (>28°C) hőmérsékleti optimumon működő Kveik típusú élesztőket is használnak. Ennek a típusnak az az előnye, hogy időt és erőforrást tud megspórolni azáltal, hogy kevesebb hűtési idő is elegendő, és mivel a hőmérséklet is magasabb így a főerjedés is rövidebb idő alatt végbemegy. (Dippel et al., 2022)

2.2 A sörélesztő

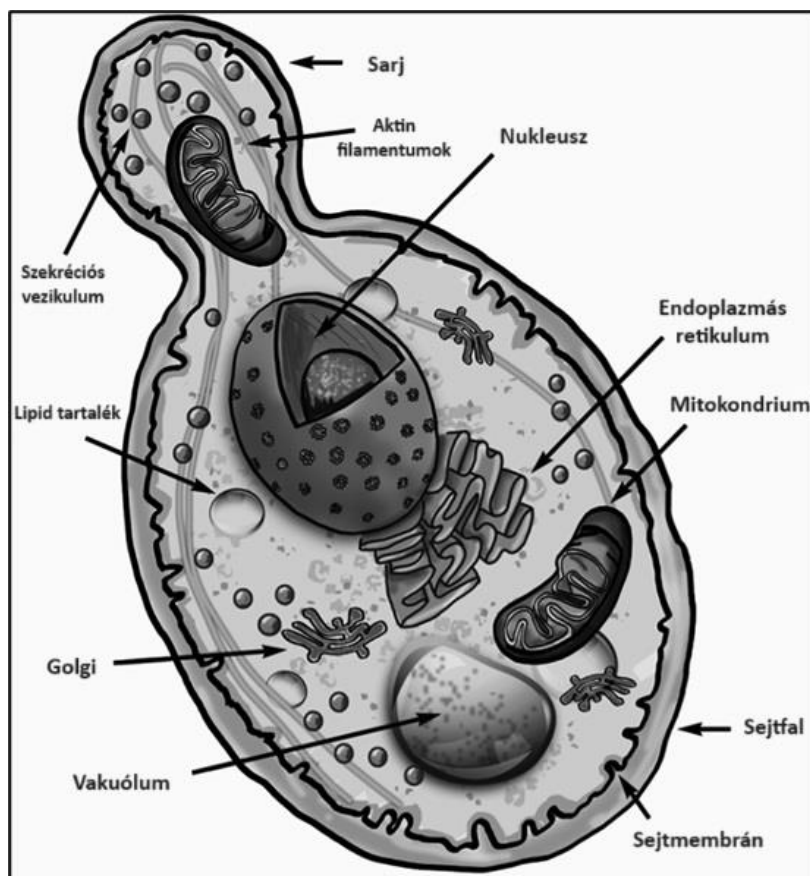
Az általánosan használt sörélesztők a *Saccharomyces* nemzetség képviselői. Kiemelt szerepük van a különböző sörök ízprofiljának kialakításában. Elsődlegesen a különböző szénhidrátok alkohollá és CO₂-vé alakításában játszanak szerepet. Ez mind az ale mind a lager típusú sörök estében teljesül. A dolgozat szempontjából kiemelt szerepet kap az élesztők ülededési vagy flokkulációs képessége, mivel ez fogja meghatározni, hogy honnan és hogyan történik meg majd a már felhasznált élesztő elvétele. Ebben a fejezetben megalapozom az élesztővel kapcsolatos elméleti ismereteket, hogy ezt szem előtt tartva, kellő elővigyázatossággal tudjuk fenntartani az élesztőkultúrát.

2.2.1 A sörélesztő morfológiája, összetétele

A sörgyártásban található egyik legnehezebben kezelhető alapanyag maga az élesztőkultúra, amelyet a minőségellenőrzés szempontjából nehéz figyelemmel kísérni, mivel élő sejtekből áll, és egészségét (állapotát), valamint erjesztőképességét számos tényező befolyásolhatja. Az élesztőkultúrának egészségesnek, szennyező baktériumoktól és vadélesztőktől mentesnek kell lennie. Az élesztőtörzsnek ellenálló képességgel is rendelkeznie kell számos stressztényezővel szemben például (hőmérséklet, etanol, pH, ozmotikus nyomás), anyagcsere szempontból pedig nem szabad nyilvánvaló gyengeségeknek lennie (oxigén és szénhidrát felvétel, nitrogén, ásványi anyag igény stb.). Az élesztőtörzsnek következetesen kell kialakítania a kívánt ízprofil a sörben melyeket a különböző savak, kozmaolajok, ketonok, és észterek adnak, valamint az sem hátrány, ha az erjesztést követően könnyen elválasztható marad a sörtől. (Russell, 2016)

Az élesztő szerkezete nagyon egyszerű, mivel egysejtű organizmusról van szó. Néha ez a különálló sejt pseudomicéliumot alkot, ahol az élesztősejtek csoportja láncban látható. Az

élesztősejt alakja ellipszis, kerek vagy gömb alakú lehet. Mérete 3-15 μm hosszú és 2-8 μm átmérőjű. Az élesztő általában gyöngyházszerű színű. Kitinből és mannánból álló sejtfal veszi körül. A sejtfal alatt az élesztősejtben található a citoplazma membrán. Ez a membrán körülveszi a citoplazmát. A citoplazma különböző sejt szervecskéket tartalmaz, mint például a Golgi-apparátus, riboszómák, endoplazmás retikulum, mitokondrium, szféroszóma, sejtmag és vakuólum. A tartalék tápanyag glikogén vagy lipid formájában található meg. Ezeket a sejtalkotókat megfigyelhetjük a 2. ábrán.



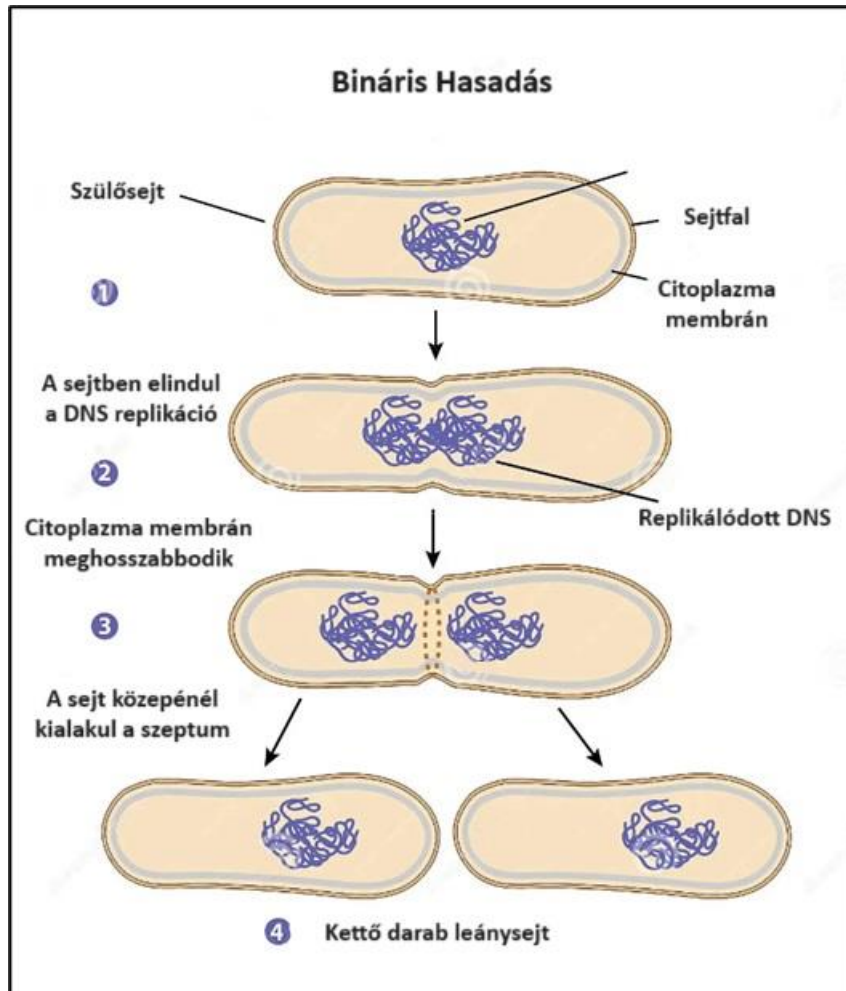
2. ábra: Élesztősejt felépítése

(Forrás: Walker G.M. & Stewart G.G. 2016)

A következőkben az élesztők szaporodását szeretném bemutatni, abból a megfontolásból, hogy a későbbi folyamatokat is megérthessük. A sörélesztők esetében (legyen az alsóerjesztésű vagy felsőerjesztésű) két esetet különböztetünk meg attól függően, hogy kedvező vagy kedvezőtlen körülmények között történik a szaporodás.

Ha kedvezőek a feltételek, akkor két módon történhet az utódsejt létrejötte. Hasadással vagy sarjadzással. A hasadás során a szimpla vegetatív sejt két azonos méretű leánysejtté alakul át.

A folyamat során egy szűkület keletkezik a sejt közepén a korábban megtörtént megnagyobbodás után, és egyidejűleg a sejtmag mitotikus osztódáson megy keresztül. A sejtmag vándorlása után, egy anya és egy utódsejt keletkezik. A hasadást szemlélteti a 3. ábra.

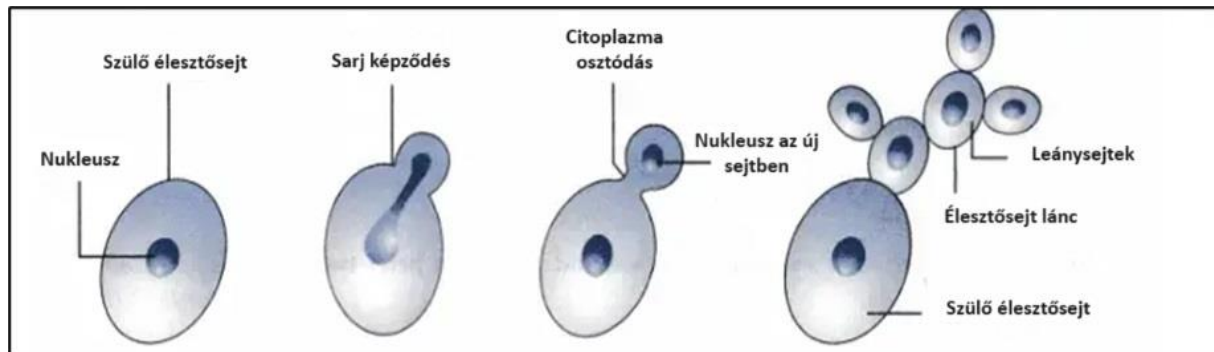


3. ábra: Hasadás sematikus ábrája

(Forrás)

Kedvező körülmények között a sarjadzás útján történik leggyakrabban a reprodukció. Sarjadzás esetén a vegetatív sejt protoplazmája az egyik oldalon sarj formájában duzzad fel. A sejtmag mitotikus osztódáson megy keresztül. A mitózissal létrejött két magból az egyik a sarjból keletkező sejtbe vándorol, a másik az anyasejtben marad. A sarj nő és végül leválik az anyasejttől a partíciós fallal. Ezeken az anyasejteken domború hegek, más néven sarjhegek keletkeznek. Hasonló heg, konkáv felülettel marad a leánysejt falán, amit születési hegnek neveznek. A sarj mérete mindig kisebb, mint az anyasejt. Néha a gyors osztódás miatt több sarj alakul ki anélkül, hogy leválnának egymástól, és elágazó vagy el nem ágazó lánc

formájában megmaradnak, amit pseudo-micéliumnak neveznek (4. ábra). Végül a sejtek leválnak, és egyénileg nőnek. A sarjadzást a 4. ábra szemlélteti. (Knop, 2011)



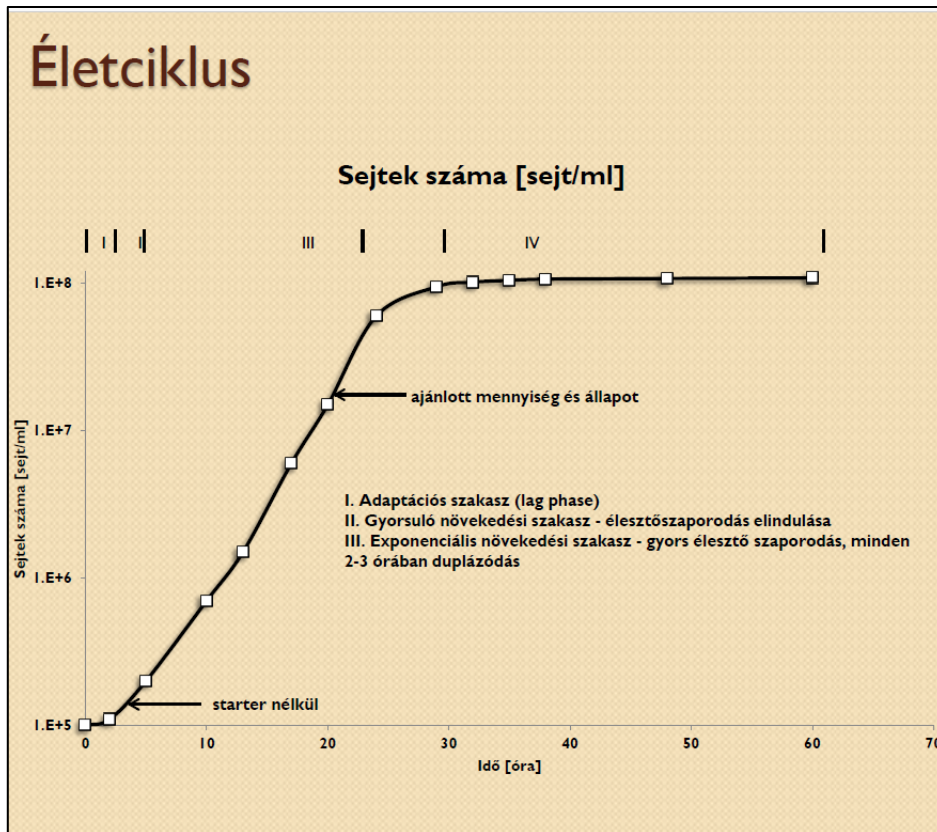
4. ábra: A Sarjadzás szemléltetése
(Forrás: Baniya, 2024)

Az élesztő véges reprodukációs képességgel rendelkezik, amely a megtett osztódások (generációk) számától függ. Optimális körülmények között egy tipikus élesztősejt 90-120 percenként osztódik, hogy új leánysejtet hozzon létre (a törzstől, a környezeti feltételektől és a hőmérséklettől függően).

A témához érdemes hozzáfűzni, hogy a gyakorlatban meghatározott számú alkalommal használják fel újra az adott élesztőt. A legtöbb kisüzemi sörfőzde 1-1 generáció erejéig használja fel az adott főzetbe oltott kultúrát. A dolgozatban feladatom ezen álláspont kiküszöbölése. Elméletben lehetséges volna akár tíz erjesztési ciklusban is felhasználni az adott élesztőkultúrát, de ezt gyakorlatban nem alkalmazzák.

Az élesztősejt korát közelítőleg meg lehet becsülni a sarjhegek számának megszámlálásával. A sarjhegek kitinben gazdagok, *kalkofluor fehér*-rel festhetők és fluoreszkáló mikroszkóppal számlálhatók. A születési heg kitinszegény és gyengén fluoreszkál, és csak egy ilyen heg van sejtenként. (Bamforth, 2016)

A korábbi tanulmányaimból szeretném szemléltetni az élesztőre is érvényes növekedési görbét, amelyet az 6. ábrán lehet megtekinteni.



5. ábra: Sejtek életciklusának követése
 (Forrás: Bajkai Tibor, 2013)

Az élesztőmenedzsment fejezetben részletesen fogom az élesztő előszaporításának körülményeit taglalni, emiatt szükségesnek látom a 6. ábrán látható szakaszokat részletesebben leírni melyben Casselman (2005) tanulmánya nyújtott segítséget.

Az első kezdeti vagy lag fázisban a beoltott élesztő alkalmazkodik az új közeghez, és ekkor még nincsenek látható jelei sem a növekedésnek, sem az erjesztésnek. Ez segít az élesztőnek hozzászokni a későbbi körülményekhez, beleértve a hőmérsékletet is. A felszaporítási folyamat kezdetén a hőmérsékletet ideálisan magasabbra állítják (28°C), majd fokozatosan csökkentik, hogy megfeleljen a lager típusú erjesztés alacsonyabb hőmérsékleti igényeinek, melyek erjesztési hőmérséklete a fent említett hőmérsékletnél 16-18°C-kal alacsonyabb, vagy az ale típus esetében enyhébb csökkenést alkalmaznak, amely körülbelül 6-8°C-ot jelent. Ez a módszer elősegíti az élesztő optimális alkalmazkodását és aktivitását a későbbi erjesztési folyamatban

A második fázist, ahol a görbe emelkedését lehet megfigyelni hívjuk gyorsuló növekedési fázisnak, ebben a szakaszban az emelkedő sejtszámot szemlélteti a görbe, melyet az Y tengelyről lehet leolvasni.

Az előbbi szakaszt az exponenciális növekedés követi, itt szaporodik, és erjeszt az élesztő a legnagyobb sebességgel. A sejtek állandó fajlagos sebességgel szaporodnak ezt az állapot időtartamára nézve néhány órát jelent. A sörfőzdekben, ahol ennek a szakasznak a léptéknövelése figyelhető meg a gyakorlatban az a célja, hogy az élesztősejteket ebben az exponenciális szakaszban tartsák, így a tápanyagpótlás folyamatos, hogy ne lassuljon az erjesztés mivel, ha ez az eset állna fenn akkor átlépne a stacioner fázisba.

Az exponenciális szaporodási szakasz után egy lassulási fázis követi, ezt az elfogyó oxigén és tápanyagok limitációja okozza. Az élesztősejtek szaporodása az oxigénfogyasztással arányos. Ezt a szakaszt megfigyelve, anaerob körülményeket alakít ki az erjesztőtartályban az élesztő, és alkoholos erjedés következik. A beélesztőzés folyamatában akár aerob akár anaerob eset áll fenn melegedés figyelhető meg, amelynek monitorozására alkalmas műszereket kell alkalmazni. A melegedést szükséges ellensúlyozni, és az üzemekben erre megfelelő hűtési rendszerek állnak rendelkezésre abból kifolyólag, hogy ne gyorsuljon fel az erjesztés. Gyors erjesztés esetében az élesztősejtek nagymértékben degradálódhatnak, testetlen sört eredményezne.

Az utolsó másnéven stacioner fázist, a beoltást követően néhány nappal éri el. Ebben a fázisban az élesztő teljesen felhasználta a fermentálható anyagokat, és flokkulálni kezdenek a sejtek. A stacioner fázist tekintve egyfajta egyensúly alakul ki, a keletkező és pusztuló sejtek arányában. A stacioner szakaszt a pusztulási szakasz követi zárásképp. Itt ahogy a neve is árulkodó az elpusztuló sejtek aránya megnövekedik a keletkező sejtek számával szemben. (Deák, 2006)

2.2.2 A sörélesztő tápanyagszükséglete

A sörélesztők számára az ideális tápközeg megfelelő mennyiségben tartalmaz számára erjeszthető szénhidrátot, nitrogénforrást, és működéséhez nélkülözhetetlen ásványi anyagokat, valamint növekedési faktorokat. A sörlé az imént felsorolt összetevők közül az

összeset tartalmazza megfelelő mennyiségben így ideális közeget biztosít az élesztő működéséhez.

Ezek az élesztők is kemoorganotróf gombák, ami azt jelenti, hogy szerves szubsztrátok felhasználásával nyerik az energiájukat. Laboratóriumi kísérleti körülmények között gyakran glükózzal helyettesítik a szénforrást, de ez a környezetben néhány kivétellel nem fordul elő szabadon. Az iparban, így a sör készítésének folyamatában csak nagyon alacsony koncentrációban található meg a szabad glükóz, hanem például maltóz (diszacharid) és maltotrióz (triszacharid) alkotja nagyjából a sörlé szénhidrát tartalmát. (Walker, 2014) Érdekes kiemelni, hogy az alsó és felsőerjesztésű sörökhöz használt élesztők között az alsóerjesztéshez használt élesztőknek van melibiáz enzime, ami a melibiózt bontja. A melibióz egy galaktózból és egy glükóz egységből felépülő diszacharid. A raffinóz egy triszacharid, és galaktóz mellett glükózból és fruktózból áll össze. Ennek bontására az élesztőnek rendelkezésére áll az invertáz enzim, ami a fruktózt hasítja le, ebből visszamarad a korábban megismert melibióz, amelyet a melibiáz az előbbiek alapján bont le.

A nitrogénforrások tekintetében szükség van könnyen asszimilálható szerves nitrogénre, mivel a légköri nitrogént nem tudja felhasználni. Ezek közül az aminosavak a számukra legjobban hasznosíthatóak, ezt glutamát közti terméken keresztül használják fel. (Ingledeew, 1999) Nitrogén források esetében érdemes megemlíteni a karbamidot, amit szintén hasznosítani képes az élesztő, de ezt a szakirodalomban fellelhető adatok alapján nem ajánlatos használni, mivel karcinogén etil-karbamát képződik.

A szervesetlen anyagok jelenléte is elengedhetetlen az élesztő megfelelő működéséhez. Érdekes beszélni a különböző fémionok jelenlétéről például a nátrium, kalcium, a vas, a cink, a kobalt, a nikkal stb. melyek jelentősége az erjesztőképesség fokozásában rejlik. Előbbi fémek „nyomnyi” mennyiségben is elegendőek a megfelelő működés eléréséhez (Walker et al., 2004) Az erjesztőképességen túl ezek a szervesetlen sók növelik az iparban a biológiai hozzáférhetőséget is. Kiemelten fontos a cink jelenléte, mivel az alkohol dehidrogenáz enzim kofaktora, hiányában lassú, kedvezőtlenebb esetben meg is szakad az erjedés. Ugyanez igaz a magnéziumra is a maximális erjesztési sebesség fenntartása érdekében. (Chandrasena et al., 1997)

Azért lényeges a tápanyagszükségletet tárgyalni, és ismerni, mivel a későbbi szakaszokban, mikor élesztőelvételekre kerül a sor igen fontos ezeket egyensúlyban tartani, hogy megfelelő minőségű kultúrákat tovább tudjuk vinni a gyártási folyamatok között. Megfelelő kezeléssel és odafigyeléssel az élesztő kultúra további főzetek elkészítéséhez is felhasználható, ezt részletesen egy későbbi fejezetben fogom bemutatni.

2.2.3 A sörélesztő anyagcsere folyamatai

Anyagcsere folyamatoknak azokat a kémiai reakciókat nevezzük, amelyek biztosítják az élesztő sejtek számára az életben maradást (Judge et al., 2020). A sörfőzés szempontjából lényeges azokat a folyamatokat is kiemelten kezelni, amelyek kifejezetten olyan vegyületek létrehozásáért felelősek, amik a sör aromáit biztosítják a késztermék létrejöttékor. Ebben a szakaszban a szénhidrát és a nitrogén anyagcsere folyamatokat mutatom be, mivel ezek meghatározóak az élesztőmenedzsment téma szempontjából. Fontos megérteni az anyagcserefolyamatokat, mivel a körülmények fogják meghatározni az élesztőkultúra egészségét, és a későbbi használatuk hatásosságát.

Mielőtt elkezdem a szénhidrát anyagcsere bemutatását jónak látom, ha Crabtree és Pasteur effektusokról, amelyek szabályozzák az élesztő szénhidrát anyagcseréjét írok néhány gondolatot. A Crabtree effektus esetében a különböző élesztő nemzetségek, mint esetünkben a *Saccharomyces*, (de ide tartozik még a *Schizosaccharomyces*, *Debaryomyces*, *Brettanomyces* nemzetségek is) aerob körülmények között, mialatt sok glükóz található a környezetükben az etanol termelése helyett, hogy trikarbonsavakat képezne. (Crabtree, 1929) Minél több glükóz van a rendszerben, annál gyorsabban fog zajlani a glikolízis, és ez a szubsztrát szintű foszforilációt kihasználva sok ATP-t biztosít a sejtek számára. (De Deken, 1966) Úgy tartják, hogy ezt a mechanizmus akkor fejlődhetett ki védekező mechanizmusként, mikor az első Földön termelt gyümölcsök lehullottak a földre. (Thomson et al., 2005)

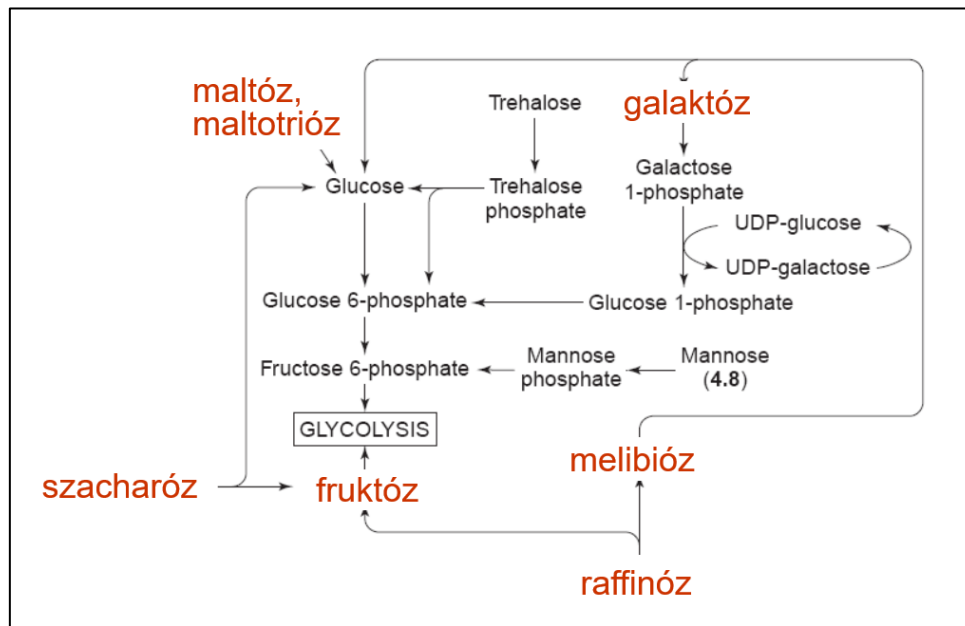
Verduyn és munkatársai (1984) mérései szerint 150 mg/ml alatti glükóz koncentráció nem okozott etanol termelést, de ha ennél magasabb koncentrációjú tápközeget készítettek már termelődött etanol. Az alkohol termelése pedig egészen 1000 mg/l koncentrációig fokozódott.

Ehhez kapcsolódik a Pasteur effektus, ami arról szól, hogy az oxigén miként gátolja az etanol fermentációját, és magát az élesztőt az oxigén aerob légzésre kényszeríti, hogy minél több ATP-t tudjon létrehozni. (Lagunas, 1981)

Ismertettem az élesztő anyagcserefolyamataira ható tényezőket, a következő szakasz pedig a szénhidrát anyagcsere folyamatokról fog szólni. Az élesztő sejtek számára is fel lehet állítani egy szénhidrát kedveltégi sorrendet az alapján, hogy melyik szénhidrátot egyszerűbb felhasználnia. Az egyszerű szénhidrátok, mint a glükóz, fruktóz, szukróz, és maltóz hamarabb hasznosítja fel. A beélesztőzést követően az élesztők először a glikogén tartalékaikat használják fel a jelenlévő oxigén mellett felfrissítve a sejtfalukat a később létrejövő transzport folyamatokhoz. A monoszacharidok felvétele diffúzióval történik, de a szacharóz felhasználásához szükség van az invertáz nevű enzimre. (White és Zainasheff, 2010, Farkas, 2007).

A monoszacharidokon túl a magasabb rendű szénhidrátok sejtbe jutásáról is szükséges egy rövid áttekintést írni. A maltóz és maltotrióz egy energiafüggő transzport segítségével jutnak be az élesztősejtekbe, egy olyan szimport mechanizmuson keresztül, ahol minden egyes cukormolekulával együtt egy proton is átkerül (Serrano, 1977). A transzport mozgatórugója egy elektrokémiai transzmembrán proton gradiens, amit nagyrészt a plazmamembrán ATPáz állít elő, ahol az ATP hidrolizálódik ADP-vé és proton pumpák segítségével juttat ki a sejtől. A maltotrióz nem rendelkezik rá specifikus transzporterekkel, így egyes maltóz transzporterek a maltotriózt is tudják szállítani, de a hatékonysága a maltóz szállítás hatékonyságához viszonyítva jóval kisebb (Salema-Oom et al., 2004). Ezekből következik, hogy a maltotrióz felvétele csakis a maltóz felvételt követően fog bekövetkezni. Annak érdekében, hogy a sörfőzdek elkerüljék a gyenge di vagy triszacharid felszívódását a sejtekben, sörlelben szaporítják az élesztőt, hogy ezek a transzporterek kialakuljanak.

A 7. ábrán a különböző szénhidrátok belépését lehet megtekinteni a glikolízisbe.



6. ábra: Szénhidrátok belépése a glikolízisbe

(Forrás: Briggs et al., 2004)

A nitrogén anyagcsere folyamatokkal folytatom ezt a szakaszt. Igaz kisebb mértékben, de a nitrogénből is képes az élesztő energia felvételre. De a nitrogénnek az erjedési folyamatban van lényegesebb szerepe. A nitrogénforrások tekintetében is meghatározott felhasználási sorrend figyelhető meg, ahogy a szénhidrátok esetében is. (Pierce, 1987)

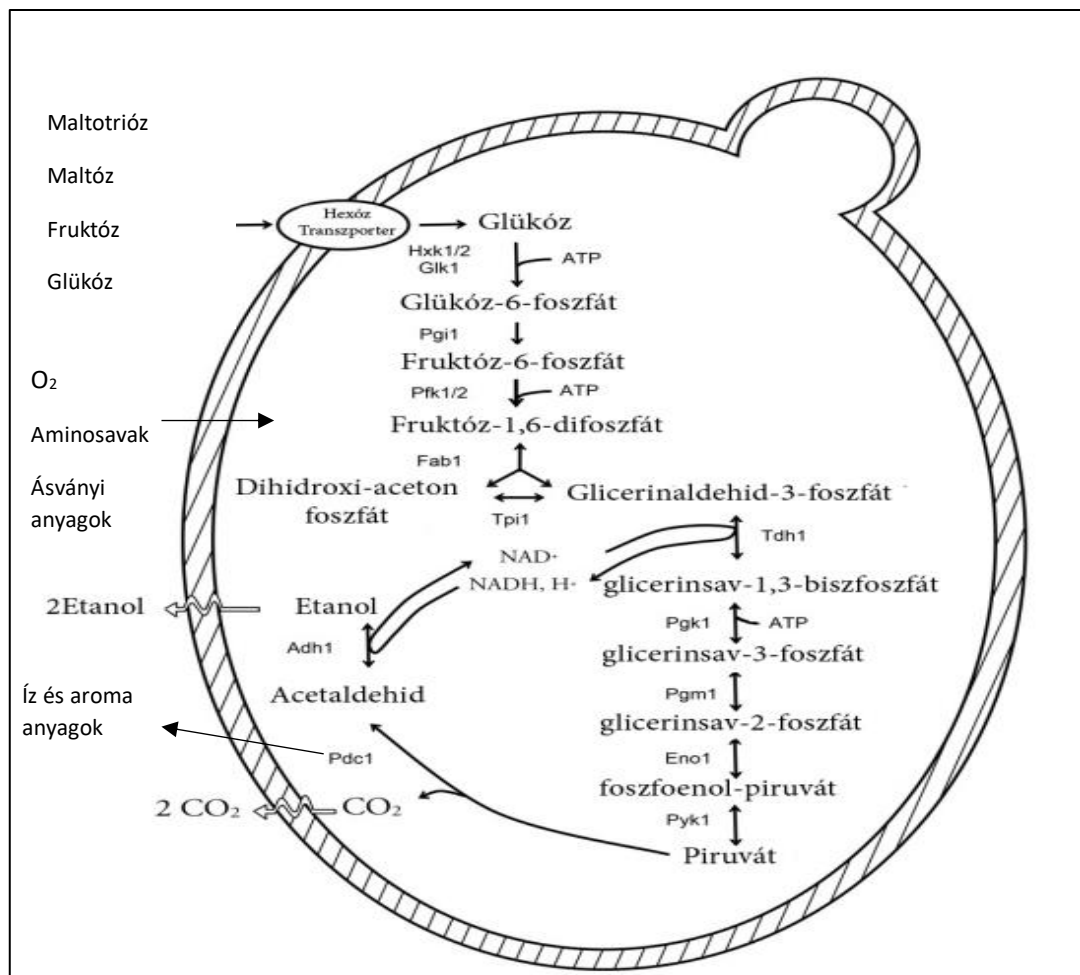
Jones és Pierce (1987) csoportokba osztja az aminosavak felhasználásának sorát „A” betűvel jelölve, azokat, amelyeket a leghamarabb és „D” betűvel azokat, amelyeket a legkésőbb hasznosít az élesztő. Erről készítettem el az 1. táblázatot.

1.táblázat: Aminosavak felhasználásának rangsora

(Forrás: Lodolo et al., 2008)

A csoport	C csoport	C csoport	D csoport
Arginin	Hisztidin	Alanin	Prolin
Aszparagin	Izoleucin	Glicin	
Aszparaginsav	Leucin	Fenilalanin	
Glutamin	Metionin	Tirozin	
Lizin	Valin	Triptofán	
Szerin		Ammónia	
Treonin			

A nitrogénforrások felvétele a sejtek aktív transzportján keresztül kerülnek be a sejtbe, ehhez energiára van szükség, amihez a korábban bemutatott glikolízisből jut hozzá az élesztősejt. A felvett aminosavak többségét a sejt lebontja, és prekursorokként a purin és pirimidin szintézisben vesznek részt. A sörléből asszimilálható nitrogénforráshoz ezek alapján az aminosavak nagyobb jelentőséggel bírnak a polipeptidekhez képest, ennek a mérőszáma a szabad α -aminonitrogén (SZAN), ennek mértéke fogja a kész sörben az ízprofilt nagymértékben befolyásolni, ezért szükséges ennek mérése ezt pedig mg/l egységben szokás megadni (Hohmann, 2002) Ezen anyagok között megtalálhatóak magasabb rendű alkoholok, alifás alkoholok, észterek, vicinális diketonok, és különböző kénhidrogének. A 8. ábra egy élesztősejtet mutat be szemléltetve az anyagcserefolyamatok során be és kilépő komponenseket, és szerepüket sematikus a sejtben.



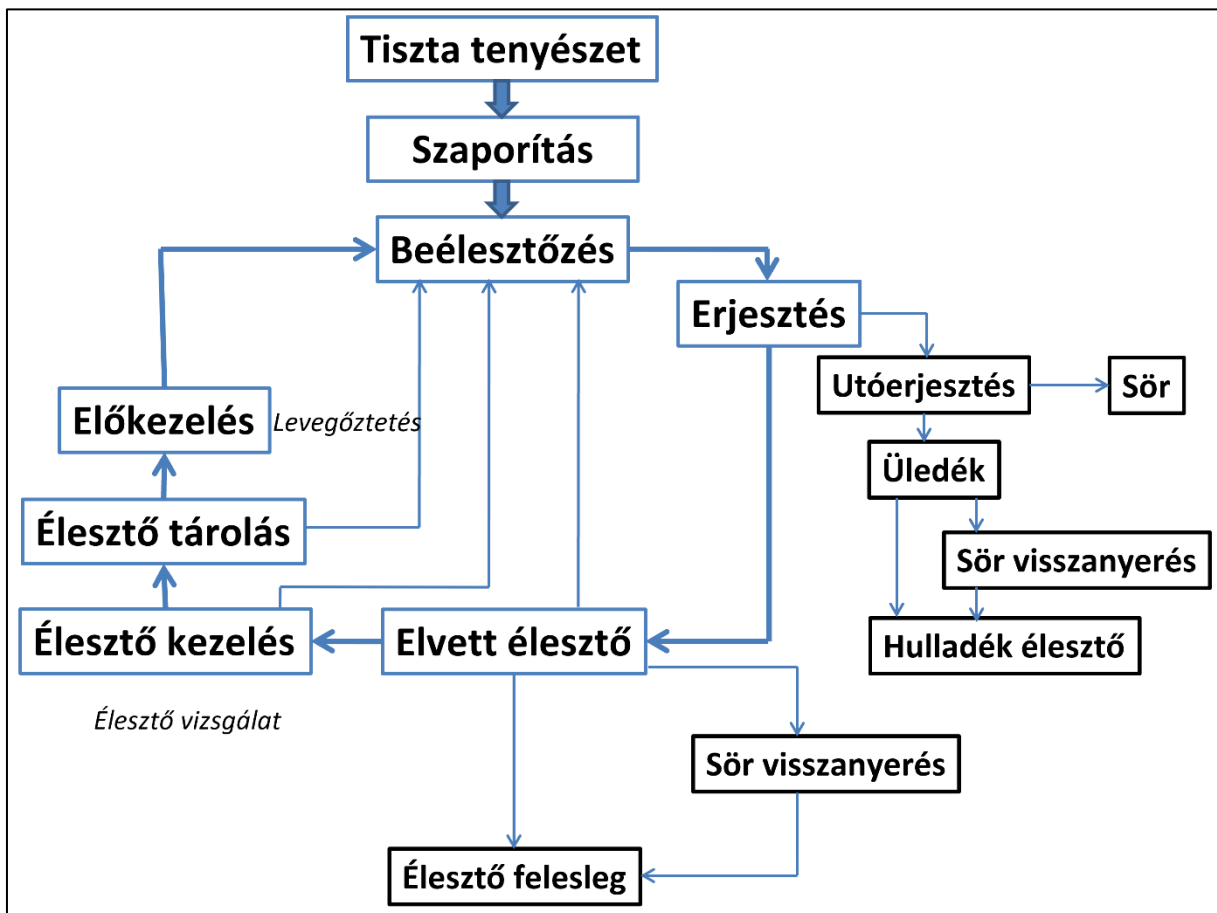
7. ábra: Az élesztősejtben lezajló folyamatok sematikus ábrája
(Forrás: Jacques et al., 2003)

2.3 Élesztőmenedzsment

2.3.1 Az élesztő útjának állomásai

Élesztőmenedzsment alatt, amelyet hívhatnánk élesztőkezelésnek is minden olyan folyamatot értünk, amely az élesztővel kapcsolatos egy sörfőzdében. A 7. ábrán található folyamatábra fogja e fejezet alapját szolgáltatni, és ezeket a folyamatokat tárgyalja ez a fejezet. Kiemelten fontos a dolgozat szempontjából az élesztő hozzáadása a sörléhez, annak elvétele, és a tárolási körülmények.

Tekintve, hogy a tanulmányaim és az érdeklődésem az élelmiszerbiztonság témáját foglalja magába, ezt a témát nem csak üzemtechnológiai szempontból, de élelmiszerbiztonsági aspektusból is szükséges vizsgálni.



8. ábra: Az élesztő útja a főzdében
(Forrás: Tenge, 2009)

A kisüzemi sörfőzdék esetében korlátozottabbak a lehetőségek technológia és méret szempontjából, így a legtöbb kisüzemi főzde nem használ egynél többször élesztőt. Ezt a jelenséget okozhatja a például a laboratórium meglétének hiánya, a kellő tisztasági fokú terület hiánya, és akár a humán erőforrás vagy szakmai háttér hiányossága is.

2.3.2 A sörélesztő formái, szaporítása

A sörfőzdék leggyakrabban folyadék vagy por formátumban vásárolják meg az élesztőket. Egyes főzdek ezt elkezdik szaporítani, mások vizsgálatokat végeznek, hogy mekkora az élő sejt koncentrációja a teljes mennyiséghez képest. Ebből ki lehet számítani, hogy mekkora mennyiségű élesztőt kell beletenni a készülő sörbe.

Ha szaporítani tudjuk és szükséges a megvásárolt élesztőt a beoltást megelőzően, szükséges több irányelvet is betartani. Boulton és Quain (2001) és Raines-Casselman (2005) munkáikban kiemelik az élesztő szaporítás műveletének jelentőségeit és azokat a szabályokat, amiket érdemes betartani. Lehetőleg olyan üvegedényeket használjunk a léptéknöveléshez, melyek laboratórium tisztaságú megfelelően fertőtlenített. Érdemes bevezetni olyan szabványok használatát a főzdekbe, amelyek betartása következtében megfelelő körülményeket lehet ehhez a folyamathoz kialakítani. Ezeknek a meghatározására a GMP és ISO szabványok is megoldást nyújthatnak.

A kezdeti beoltást megelőzően a sörlevet sterilizálni kell, amelyhez autokláv használható. A kezdeti beoltás 10 ml steril sörlébe történik meg, annak érdekében, hogy a sejt kultúra akklimatizálódhasson a sörben fennálló körülményekhez, és a transzporterek létrehozása is megtörténhessen. A léptéknövelési lépésekhez hozzátartozik az erjesztési hőmérséklethez történő közelítés ebben a tekintetben is. Azt, hogy milyen lépésekben mekkora növeléssel vihető tovább a kultúrát különböző sörfőzdekben eltérő lehet a szaporítási lépés méretnövelése. (Raines-Casselman, 2005)

Ha elérjük azt a mennyiségű felszaporított élesztőmennyiséget, amennyire az adott főzéshez szükség van, akkor jutott el a folyamat ahhoz a lépéshez, mikor hozzáadjuk a sörléhez az élesztőt. Lagerek esetében az elérendő sejtszám milliliterenként tíz és tizenöt millió között van, ale-ek esetében ez alacsonyabb hat és tíz millió között mozog. Ha ezt a számot tudja

biztosítani a kultúra, akkor megfelelő esélyekkel indul el az erjesztési folyamat. (Briggs et al., 2004)

2.3.3 A beélesztőzés kivitelezése

Az élesztő hozzáadását a cefréhez beoltásnak (laboratóriumi körülmények között) vagy beélesztőzésnek (ipari körülmények között) nevezzük. Az erjesztő tartályban a megfőzött és lehűtött sörlevet összekeverik az élesztővel, és ennél a lépésnél kiemelőnek a tartálynak a megfelelő fertőtlenített állapota. A személyes interjúm és tapasztalatok alapján először az élesztő kerül bele a tartályba ezt követően viszik át a sörlevet az élesztőre, mindez kisüzemek tekintetében érvényes. Miután az élesztő belekerült a tartályba ezt követően a tartályt bezárják, hogy biztosítva maradjanak a korábbi steril körülmények. Ügyelni kell a megfelelő körülmények biztosítására, ez alatt a levegőellátottság biztosítását, a hőmérséklet sörtípushoz történő beállítását, és a korábbiakban leírt sejtek számát.

A sörfőzés hagyományos gyakorlataiban különösen, amikor még nyitott tetejű erjesztőket használtak, gyakori volt az erjedő sör felszínéről történő élesztő elvétel, különösen a felsőerjesztésű söröknél. Ez azonban ma már változott, és a modern folyamatokban – legyen szó alsó vagy felső erjesztésű sörökről – az élesztő gyűjtése általában az erjesztő tartály alsó részén keresztül történik. A hagyományos módszerben a felsőerjesztésű söröknél egy nappal a beoltás után már megfigyelhető volt a habképződés (*krausen*) a sör felszínén, ami nagy mennyiségben tartalmazott élesztőt. A *krausen* megfigyelhető a 9. ábrán. Ezt az élesztőt korábban nem tartották alkalmasnak további felhasználásra, mivel ezek általában gyengébb, korai flokkulációra hajlamos sejtek voltak, amelyek gyakran az alkoholtartalom toxikus hatásai miatt pusztultak el. Manapság azonban, függetlenül az erjesztés típusától, az élesztő elvételére többnyire az erjesztők alsó részéből kerül sor, ezáltal biztosítva a jobb minőségű és egészségesebb élesztőkultúrák újra felhasználásának lehetőségét.



9. ábra: Krausen képződése a sörben

(Forrás: oculus.net, 2024)

A beélesztőzést követő második napon, már szép fehér hab figyelhető meg a készülő sör tetején aktív az élesztő reprodukciója, a főerjedésben az exponenciális növekedési szakaszban járunk. Ekkor volt érdemes elvenni a krausen-ből a megfelelő minőségű és mennyiségű élesztőt. Ha később vennénk el ebben az esetben, akkor az élesztő sejtekre hatott különböző stresszfaktorok már annyira károsítanák a sejteket, hogy kockázatos volna azt a következő főzetben felhasználni. (Gibbson et al., 2007)

2.3.4 Az élesztő elvétele az erjesztőtartályból

A lager és ale típusú sörök esetében is az erjesztés befejeztével, a hűtés hatására az élesztő a hengerkúp alakú tartály alsó részére süllyed. Ebben a lerakódott élesztőmasszában három különböző réteg különíthető el. Az alsó réteg a korai szakaszban kiülepedett, gyengébb kondíciójú sejteket tartalmaz, amelyek a tartály alján gyűlnek össze a seprővel együtt. Ez a rész nem alkalmas minőségi sör előállítására, így az élesztő ezen részének betakarítása után azt kizárják a további felhasználásból. Hasonlóképpen, a felső réteg, amely a későbbi szakaszban ülepedik le és komlógyanta szennyeződések is tartalmaz, szintén nem megfelelő a további használatra, mivel ezek a sejtek fokozott stressznek voltak kitéve, ami rontja minőségüket. Azonban a középső réteg értékes és továbbra is felhasználható élesztősejteket tartalmaz, ezért ezt a részt gyűjtik össze és őrzik meg a későbbi erjesztési folyamatokhoz. Ez a középső

réteg biztosítja a legjobb minőségű és életképes élesztősejteket a következő erjesztési ciklusokhoz.

Az elvételt követően több út áll az élesztő előtt, amely a 7. ábrán követhető. Az elsőben a sejtek által felvett „fickósört” visszanyerhető például centrifugálással csökkentve a sörveszteséget. Ha a gyártástervezés jól lett elvégezve megfelelő a vevői igényeknek, és további tételek gyártása következik, ez az élesztő fel is használható közvetlenül az elvétel után, ha megbizonyosodtunk annak minőségéről. A minőségi paraméterek közé az élő-holt sejtarány, a biológiai és kémiai oxigénigény azaz BOI és KOI, mikroszkópos vizsgálatok tartoznak.

2.3.5 Az élesztő tárolása további felhasználásig

Ha a gyártás megszervezésében a következő tétel elkészítéséhez más élesztő törzsre van szükség, akkor egy előkezelést követően az elvett élesztőt megfelelő körülmények között kell tárolni. Mielőtt a tárolási körülmények megteremtéséről írnék az előkezelési lépésekről kívánok leírni. Élelmiszerbiztonság szempontjából a legkevesebb kockázat megteremtése szükséges mielőtt felkészítenénk az élesztőt a tárolásra.

Tárolás előtt az elvett élesztőt érdemes steril esetleg korábban felforralt és visszahűtött vízzel legalább háromszor átmosni, mivel így a benne maradt halott sejtek, maradék komló, seprő eltávolítható belőle. Érdemes addig végezni a műveletet, amíg szép tiszta (majdnem fehér) színűvé nem válik a leülepedett élesztő. Itt is érdemes kiemelni a megfelelő környezeti feltételek szabályozását, mivel ekkor könnyen befertőződhet az elvett élesztő. A víz egyfajta nyugalmi állapotot biztosít az élesztő számára, és megfelelően elzárja a levegő elől, így az anaerob környezetet biztosított.

Az élesztőt leggyakrabban hűtve tárolják 2 – 4 °C fok közötti hőmérsékleten. Ezzel a hőmérséklettel garantálható 1 – 2 hétig az élesztő megfelelő állapota (Tenge, 2009). Ha rövidebb a periódus (1 - 4 nap), akkor egy savas mosással indítható az elvett élesztő tisztítása, erről a módszerről a következő bekezdésben részletesen írok. A tárolás során érdemes kisebb egységekben tárolni az elvételezett élesztőkultúrát, ezzel el lehet kerülni, hogy a sejttömeg felszíne és az attól bentebb eső régiók között jelentősebb hőmérséklet különbségek kialakulását. A *Saccharomyces* nemzetség képviselői, így a sörélesztők is xerotoleránsak, azaz

jól tűrik a hideg körülményeket, anélkül, hogy a sejtek sérülnének. Érdekes azonban különböző anyagokat alkalmazni, hogy ezt a tulajdonságot segítsük. Erre alkalmas lehet a glikogén, és a trehalóz. A trehalóz két glükóz összekapcsolódásával alkotott diszacharid, rendszeresen alkalmazott anyag a fagyáskor bekövetkező kristályosodás elleni védelemben (Diniz-Mendes et al., 1999). A glikogén a sejtek számára biztosított tartalék tápanyag, egy poliszacharid. (McCaig & Bendiak, 1985)

A tárolás során többféle stresszfaktornak kell, hogy ellenálljon az élesztőkultúra. Ezek között említendő az ozmotikus stressz, a mechanikai stresszhatás, tápanyag hiány következtében kialakult stresszfaktor.

2.3.6 Az élesztő előkezelése tárolást követően

Abban az esetben, ha tárolás után szeretnénk újrahasználni fermentációra az élesztőt előkezelésre van szükség. Az előkezelést alacsony hőmérsékleten (2 - 4 °C) egy savas mosással kezdjük, ezzel az élesztő masszában jelen lévő baktériumokat tudjuk eltávolítani. Érdekes a savas mosás előtt mintát venni az élesztőkultúrából, és a főzés napja előtti napokon ellenőrizni megadott szempontok alapján az újra felhasználni kívánt élesztő törzset. A savas mosáshoz 3 M – os foszforsavat alkalmaznak a leggyakrabban 0,75%-os ammónium-perszulfáttal ötvözve. érdekes mágneses keverőt alkalmazni a megfelelő oxigéntartalom biztosítása miatt. (Van Bergen & Sheppard, 2004, Briggs et al., 2004) A mosást követően a baktériumok nagy része eltávolítható, de ügyelni kell arra, hogy a *Lactobacillus*-nemzetség is hasonlóan a *Saccharomyces* nemzetséghez jól tűri az alacsony pH-t. Azonban, ha az a cél, hogy a manapság közkedveltségnek örvendő savanyú sört kívánunk készíteni, akkor *Lactobacillus*-ra van szükség. Ha meggyőződünk arról, hogy a tenyészet megfelel az elvárásoknak és a *Saccharomyces sensu stricto*-ba tartozó törzsek vannak jelen, határértéken belüli egyéb szennyezőkkel, akkor folytatódik a beoltást megelőző tevékenységek, hogy a lehető legegészségesebb élesztőkkel tudjuk elkezdni az új erjesztési szakaszt. Ez tartalmazhatja az élesztő aktiválását oxigénnel dúsított tápoldattal. Hozzájárulhat a megfelelő minőség eléréséhez, hogy hozzászoktatjuk az élesztőt a beoltani kívánt sörléhez, és annak hőmérsékletéhez.

Összegezve az elvétel utáni és a beoltás előtti kezelések között az a különbség, hogy más és más körülmények „elviselésére” készítjük fel az élesztőt. Ebben a szakaszban igyekeztem

összegyűjteni és elemezni azokat a lépéseket, és kivitelezésüket, ami az élesztő útját illeti egy főzési folyamat során. A következő fejezetben az eddig ismertetett műveletek élelmiszerbiztonsági aspektusait fogom górcső alá venni, és igyekszem az egyes lépésekben található kockázatokra az eddigi ismereteim alapján megoldásokat javasolni.

3. Alkalmazott módszerek

Lehetőséget kaptam egy magyarországi kisüzemi sörfőzdével való együttműködésére. A diplomadolgozatomban szereplő információkat a főzde termelési vezetőjétől kapott információkra alapoztam. Segítséget kaptam a termelés lefolyásának menetéről, az elvégzett műveletek soráról és annak kivitelezéséről, az élesztőkezelés pontjairól és gyakorlati megvalósításáról. Így ezek a beszélgetések interjú formájában biztosított hasznos információkat, amiket hasznosítani tudtam a dolgozatomban.

Kiemelt figyelmet fordítottunk az élesztőkezelésre, hogy a gyakorlatban milyen szempontok figyelembevételéről kell döntést hozni. Ezt kivetítve illesztettük be közösen az élelmiszergyártáshoz kapcsolódó szabályozásokat. Meghatároztunk a működésre érvényes kritikus szabályozási pontokat és készítettem egy SWOT analízist, amelyet kifejtve, és mátrix formában áttekinthető az 5.6. fejezetben.

Jelenleg a munkahelyemen is minőségbiztosítással foglalkozom, így a látásmód kialakításában ez a tényező is segítséget nyújtott. A dolgozat készítése alatt készítettem a részlegünkhöz tartozó kockázatértékelést, így ez támpontokat biztosított a dolgozatom keretei között elkészített kockázatértékeléshez is.

Az elemzések közé a kockázatértékelés, a SWOT analízis, és a kritikus szabályozási pontok meghatározása tartozott a munkámhoz. Az üzem meglátogatása alkalmával sikeresen felmérhettem a kritikus szabályozási pontokat. Kiegészítettem az elemzéseimet minőségirányítási szemléletmóddal, és ezek kiegészítő eszközökkel. A lean menedzsment, üzemi ergonómia is megjelenik a művemben kiegészítve az 5S-sel. Ezeket a módszereket az eredmények és értékelésük fejezetben ki fogom fejteni.

A fókusz a műben a folyamatok minőségügyi biztosításán volt. Így azokat a módszereket alkalmaztam, amelyek egy szervezetben tevékenykedő minőségbiztosítási szakértő feladatait segíti. Először ilyen esetekben szükséges a technológiában jártas személytől az információk összegyűjtése. Az információk alapján a folyamatközpontú látásmód, segít a rendszerben megtalálható hiányosságok azonosításában, amiket később lehet szabályozni. Ezeket a szabályozási elemeket kutattam fel, és illesztettem be a kisüzemi élesztőkezelési folyamatokba.

4. Eredmények és értékelésük

4.1 Élelmiszerbiztonság az élesztőkezelésben

Az élelmiszerbiztonság kiemelkedő jelentőségű nemcsak a sörfőzdék tekintetében, hanem globálisan az összes élelmiszerrel foglalkozó vállalat szempontjából. Szabályozások hiányában a forgalomba hozott élelmiszerek minősége nem lenne biztosítható megfelelő mértékben. A gyártóknak és forgalmazóknak felelősségvállalási kötelezettségük van, hogy az általuk gyártott és forgalmazott termékek elfogyasztásának következtében a fogyasztót ne érje élelmiszer okozta fertőzés. Ezek az előírások jogszabályban vannak megfogalmazva, és ha valamely szervezet élelmiszerelőállítással foglalkozik, akkor az adott tevékenységi körre vonatkozó jogszabályokat ismernie kell és be kell tartania. Európai szinten az Európai Élelmiszerbiztonsági Hatóság (EFSA) szervezete felelős az élelmiszerláncsal kapcsolatos kockázatok értékeléséért és a tudományos háttér biztosításáért.

Ahhoz, hogy állandó és jó minőségű terméket biztosíthassanak az élelmiszeripari vállalatok, különböző úgynevezett Jó Gyakorlatok alkalmazása szükséges. Mivel a dolgozat a kisüzemi főzdék tekintetében az élesztővel kapcsolatos szabályozásokról szól ezért kiemelve a témát más ágazatokban érvényes élelmiszerbiztonsági intézkedésekről nem fog szólni ez a szakasz.

Az üzemi körülmények zavartalan működése érdekében a rendszert a GHP (Good Hygiene Practise, Jó Higiéniai Gyakorlat) és GMP (Good Manufacturing Practise, Jó Gyártási Gyakorlat) alapján működtethető, ami lefekteti azokat az alapokat, amelyeknek teljesülhetnek az üzem létesülésekor, és amelyet fenn kell tartani az üzemeltetés alatt is. A kisüzemek esetében nem előírás az ISO szabványok, a GMP, és GHP fenntartása. Ezen rendszerek implementálása, és auditáltatása igen költséges.

Ezeknek a rendszereknek a támogatására alakították ki a HACCP (Hazard Analysis Critical Control Points, Veszélyelemzés Kritikus Szabályozási Pontok) rendszert, amelynek megléte kötelező. A következő gondolatokat Dr. Fehér Ágnes előadás alapján fogalmazom meg. A Magyar Élelmiszerkönyv alapján a HACCP rendszert az élelmiszerbiztonság biztosítására fejlesztették ki. Az élelmiszer-előállítási folyamat minden lépésében azonosítja a potenciális veszélyeket, és meghatározza azokat a kritikus ellenőrzési pontokat (CCP-k), ahol ezeket a veszélyeket hatékonyan lehet ellenőrizni vagy megelőzni. A HACCP alkalmazásának alapvető

célja az élelmiszerek biztonságának növelése, a stabil élelmiszerminőség fenntartása, és a reprodukálhatóság kivitelezhetősége. Segít ezeken kívül az esztétikai és érzékszervi problémák kiküszöbölésében is, ha a HACCP-ben leírt szabályokat jól alkalmazzák a főzdében dolgozók.

4.2 HACCP felépítése, és a minőségirányítási rendszer elemei

A HACCP alapvetően hét alapelvre (Hanson, 2022) épül ezek a következők:

1. Veszélyelemzés: Az élelmiszerelőállítás alatt azonosítani kell az összes lehetséges veszélyt
2. Kritikus ellenőrzési pontok (CCP-k) meghatározása: Adott folyamatban, a jelenlegi témát illetően az élesztő kezelésben, meg kell határozni azokat a pontokat, ahol veszélyek léphetnek fel a termék minőségét illetően, és ezeket szabályozni kell a megfelelő módon
3. Kritikus határérték meghatározása: A CCP-kkel kapcsolatban meg kell határozni bizonyos határértékeket, az élesztőkre vetítve ez megfelelő laborellenőrzési vizsgálatokkal biztosítható.
4. A CCP-k monitorozása: Rendszeresen ellenőrizni kell a szabályozási pontokon meghatározott kritériumok teljesülését.
5. Korrekciós intézkedések bevezetése: Élelmiszer és élesztő minőség szempontjából, ha a meghatározott CCP nem tudja az elvárt határértékeket biztosítani megelőző és javító intézkedéseket kell eszközölni.
6. Ellenőrzés: A HACCP rendszer működésének időről-időre történő felülvizsgálatát jelenti.
7. Dokumentáció és nyilvántartás: A rendszer működésének monitorozása, és nyilvántartásba való beillesztése kifejezetten hasznos a későbbi értékelések során.

Ahhoz, hogy átfogóan felügyelhessük a rendszert érdemes a teljes körű minőségirányítási rendszert bevezetni és működtetni. Ez magában hordozza a kockázatértékeléseket, a CCP-k meghatározását és a megfelelő dokumentáltságot. A HACCP rendszerhez a hozzá lehet társítani az ISO:22000-es szabványt, ami az élelmiszerbiztonsági minőségirányítási rendszer lévén, összehangolható az ISO:9001-es szabvánnyal, és együtt hatékonyan tud működni.

Ezeknek a rendszereknek közös tulajdonsága, hogy a kritikus pontjai maguk a dolgozók, akiknek és akikkel együtt kell az előírásokat betartani. (Briggs et al., 2004)

Tekintve, hogy a kisüzemi aspektusokat vizsgálom szükséges megemlíteni, hogy a kisüzemi volumen a HACCP rendszerek üzemeltetésén túl, ISO szabványokkal nincs átszöve, mivel a jelenlegi szabályozások nem várják el a minősítést.

A minőségügyi szempontokat úgy lehetséges implementálni az üzembe, hogy a vezetők, illetve tulajdonosok annak üzemeltetésében érdekeltek legyenek. Ha részükről nem érkezik támogatás, akár anyagi akár együttműködési és akaratbéli akkor a minőségirányítási rendszer nem fenntartható hosszútávon. Fontos megemlíteni, hogy egy ilyen rendszer üzemeltetése nem csak emberi de anyagi erőforrásokat is nagymértékben igényel. Ezekre a fejlesztésekre sokszor nem, vagy csak kis mértékű összeget tudnak a kisüzemek vezetői elkülöníteni.

Az előző bekezdésben tárgyalt minőségirányítást bemutató gondolataimat követően, a dolgozat témájának megfelelően áttekintésre kerülnek ezek a szabályozások az élesztő aspektusából is. A megfelelő élesztőkezelést fenn kell tartani, attól a ponttól, hogy a megvásárolt élesztő beérkezik a főzdébe. Azokat az alapanyagokat, és fogyóeszközöket, amik bekerülnek a gyártási folyamatba számon kell tartani és monitorozni kell. A monitorozáshoz kapcsolódó bevételezés kulcsfontosságú, ahhoz, hogy tudatában legyen mindenki (ne csak az, aki közvetlenül ezzel dolgozik), hogy miből és mennyi alapanyag található a gyártóegységen belül, így lehet biztosítani az ellátáslánc folyamatos működését. (ISO: 22000:2018, 8. fejezet)

A személyes konzultációm alkalmával megtudtam, hogy a különböző sörfőzdék három kategóriába sorolható élesztőt használnak: Vannak a kereskedelemben megtalálható starterkultúrák, amelyek lehetnek szárított élesztők vagy szuszpenziók. A szuszpenziók között megtalálható újrahasznosított élesztő (korábbi gyártásból elvett) és kereskedelmi forgalomból beszerzett élesztők, ezeket nagyobb üzemekből lehet beszerezni, amik kettő-három generáción át voltak felhasználva. Valamint megtalálható a saját gyártásból visszanyert újrahasznosított élesztő.

A kereskedelemről származó szárított élesztő és szuszpenzió starterkultúrák a legdrágábbak. A kedvezőbb megoldások közé sorolható a kereskedelemről megszerzett újrahasznosított élesztőkultúrák és a legkedvezőbb a saját visszaforgatott élesztő. Ebből a megfontolásból is érdemes a sörfőzdéknek számításba venniük az újrahasznosítás lehetőségét. Ha egy gazdasági

szervezet (sörfőzde) meg akarja alapozni az élesztő többszöri felhasználását a jövőben, a sterilitás és a megfelelő körülmények biztosítása elengedhetetlen tényezője ennek a folyamatnak. A gyártóterület kialakításánál és elrendezésénél érdemes az ergonómiát és a lean szemléletet is beiktatni a rendszerbe. Ezekről a következő bekezdésekben néhány gondolatot jónak látok megosztani.

4.3 Folyamatközpontú megfigyelés

Az ergonómia tárgykörébe tartozik a gyártókörnyezet fizikai kialakításának feltételei, ennek kiemelt szerepe van az optimális működésben. A gyártótér tervezése során ügyelni kell, annak megvilágítására, a területek elválasztására, az emberek munkavégzésének körülményeire, a különböző hangjelzések frekvenciájára. Az ergonómia elsődleges szerepe az ember és a gépek kapcsolata. Mivel a dolgozatban nem az ergonómiai szempontok tárgyalása az elsődleges feladat, így ennél több információt nem szeretnék tárgyalni, de ha egy ilyen rendszer felépítését fontolgatja egy vállalat szem előtt kell ezt is tartani, nincs ez máshogy a lean szemlélettel sem, ami ugyancsak fontos szerepet tölt be az élesztőmenedzsment szempontjából.

A lean szemléletmód egy olyan vállalatirányítási filozófia, amely arra törekszik, hogy a vállalatok hatékonyabbak legyenek, minimalizálva a pazarlást és optimalizálva a folyamatokat. A lean alapelv szerint minden olyan tevékenység, ami nem ad értéket a végterméknek vagy szolgáltatásnak, felesleges. Ezért a lean folyamatosan törekszik a pazarlások megszüntetésére és a hatékonyabb működésre. A lean szemlélet nagy hangsúlyt fektet az emberi erőforrások fejlesztésére és bevonására, hiszen a munkatársak közvetlenül érintettek a folyamatokban és képesek a fejlesztésekre.

A lean elvek közé tartozik a JIT (just-in-time, nulla készlettel gazdálkodás) gyártás, ahol a termelési folyamatot a megrendelések alapján vezetik, minimalizálva ezzel a készleteket (Womack et al., 1996). A főzde esetében a készlet nélküli gyártást nem tartom átgondolt folyamatnak mivel a sör, mint élvezeti cikk, folyamatos termelését biztosítani szükséges. A JIT lényege abban rejlik, hogy a gyártások ütemezését úgy tehesse meg a gazdasági társaság, hogy adott megrendelésekre gyárt. A sörök esetében ezt a főzési, és erjesztési idők miatt nem lehet

megtenni, mert a vevők más gyártók felé fordulnának, ha az igényeik kielégítésére hónapokat kellene várniuk. Ennek értelmében a kielégítő mennyiségű készletek tárolása szükséges.

Az 5S (Sort, Set in order, Shine, Standardize, Sustain the cycle, Szortírozás, Sorba rendezés, Takarítás, Standardizálás, Folyamat fenntartása) rendszer a munkakörnyezet rendjének és tisztaságának megteremtésére szolgál, javítva a hatékonyságot és a munkakörülményeket. Az eszközök karbantartása és megfelelő állapotban tartása is kulcsfontosságú a lean alkalmazásában, megelőzve a váratlan leállásokat és hibákat. Az 5S segít megteremteni a munkakörnyezeten belül található eszközök helyét és állapotát. Ha sikeresen megtörtént ezek bevezetése és átadása adott területen dolgozó emberek részére, akkor elkerülhető és minimalizálható a folyamat során az ezekből eredő hibák valószínűsége. (Womack et al., 1996)

4.4 A gyártóterület minőségi megfelelése

Az előző folyamatszemplétes rendszereket áttekintő sorok után, a terület biztosítására használt CIP (clean in place) rendszer ismertetésével folytatom a gondolataimat. Ez fogja megalapozni az érjesztő kezelés alapjait, még mielőtt a sörlébe kerülne. A CIP rendszer, lehetővé teszi az eszközök (erjesztő tartályok, csövek, leeresztő csonkok) tisztítását anélkül, hogy szét kellene szerelni ezeket a berendezéseket, a tisztításhoz. Egy általános folyamat, öblítésből, mosásból, újbóli öblítésből tevődik össze.

Ahhoz, hogy megfelelő tisztaságú erjesztő tartályban történjen az erjesztési folyamat, érdemes bevezetni, és alkalmazni a CIP rendszert gondosan megválasztva a tisztításhoz szükséges vegyszereket és azok töménységét. A mosáshoz használt víz keménysége, hőmérséklete és a kontaktidő kritikus a rendszer szempontjából, mivel a mosófejek a túl kemény víz következtében eldugulhatnak, és ekkor a folyamat megállhat, vagy nem lesz maradéktalanul tiszta a megtisztítandó felület. A vízkő nem csak a tisztítófejekre lehet negatív hatással, hanem a felhasznált vegyszer hatékonyságát is korlátozhatja (habzásgátlás). A CIP használatával optimalizálható a vízfelhasználás a tisztítási folyamatokban, összevetve a kézzel végzett takarítással. Ha a főzde CIP rendszert működtet és megfelelően alkalmazza betartja a mosási ciklusok előírását, megalapozza, hogy a tisztítás végére a szennyezők mértéke az előírásokban megfogalmazott határértéken belül maradjanak. (Lloyd, 2008)

A CIP rendszerek átfogóan alkalmazhatóak különböző területeken a sörfőzdekben, ugyanakkor a befektetés mértékének csökkentése érdekében az olyan kritikus pontokon ajánlott bevezetni először, ahol a kockázat kiemelkedően magas. Ebbe a csoportba tartozik az erjesztési lépés is. Nem más okból sorolható ide ez a lépés, mint a hőmérséklet csökkenés következtében megnövekvő környezeti feltételek változása miatt. Az erjesztési hőmérséklet sörfajtának megfelelően hűtéssel érhető el. Ezen a hőmérsékleten, rendkívül előnyös feltételek mellett (sok szacharid, fehérjék, vitaminok) jelenléte, okozza a kritikus szintű kockázatot.

Az előző bekezdésekben tárgyalt megfelelő alapok biztosítása után folytatható az élesztő útjának biztosítása, szabályozása. Az első szabályozási pont a megvásárolt már korábban néhány erjesztési cikluson áteső élesztővel szemben támasztott minőségi követelményeknek való megfelelés. A szabályozás ennél a folyamatnál nem más, mint egy keretrendszer felállítása és kivitelezése, hogy mik azok a minőségi követelmények, és ezek értéke, ami alatt vagy felett átvehetővé válik a megvásárolt élesztő.

4.5 Felmerülő kockázatok csökkentése

A kisüzemi körülményeket szem előtt tartva az első lépés a beoltás kockázatának csökkentése, erre többféle megoldást is látok például környezetmonitorozási rendszer bevezetése, a megvásárolt élesztő minőségével szemben felállított követelmények. A környezetmonitorozásra felhasználható módszerek közül a vattapálcával történő mintavételezést azaz swab tesztet gondolom helyes gyakorlatnak. Ebben a tesztrendszerben a vattapálcával a tesztelendő felületről mintát kell venni. A mintavételt megelőzően steril desztilláltvízbe mártjuk a vattapálcát, hogy a mintavételezés során a nedves felületre az esetlegesen ottmaradt mikroorganizmusok megtapadhasanak. Ezt követően a pálcát belemossuk egy steril oldatba például alkalmas erre fiziológiás sóoldat. Ezen folyamat után ezt az oldatot lehet egy általános táptalajra való szélesztés, majd egy egynapos erjesztési hőfokon történő inkubáció. Ha a teszt eredménye megfelelő, azaz megfelel a vele szemben állított határértékeknek, akkor a beoltás megkezdhető.

Az erjedési folyamatban nagy mennyiségű élesztő keletkezik, amely változást (növekedést) a 2.2.1-es részben már leírtam található növekedési diagram alapján lehet végig kísérni. Azonban az élesztősejttömeget, az erjesztési lépés után kell elvenni a rendszerből miután

lehítésre került a fickósör. A keletkezett sejtömeget a CIP rendszerrel összefűzve lehet kialakítani az élesztőkezelési lépéseket a tárolás megkezdése előtt. Ezekről részletesen a következő fejezetben fogok írni.

4.6 SWOT elemzés kisüzemi főzdekben

A minőségbiztosítás kiegészítéseképpen készíthető az egyes vállalatoknál, vállalkozásoknál, ahova a sörfőzdek is tartoznak SWOT elemzés. A SWOT elemzés egy stratégiai tervezési eszköz, amely segít azonosítani és vizsgálni egy szervezet, projekt, vagy termék Erősségeit, Gyengeségeit, Lehetőségeit és Fenyegetéseit. Utóbbi négy angol kifejezésének kezdőbetűi adják ki a SWOT betűszót. A teljesség igénye nélkül összegyűjtöttem kisüzemi viszonylatban olyan szempontokat, amelyek jól segíthetik a főzde működését.

Erősségek között említhető ebben a szegmensben a gyors és rugalmas piaci változások lekövetése a különböző élesztőtörzsek tekintetében. Ide sorolható a helyi beszállítókkal való szoros kapcsolat, ami az alapanyagok származásának követésére, minőségi voltának kiemelten fontos része. A maradék élesztő, amelyet az ISO:14001 kereteiben foglalt szabályozások értelmében nem lehet a szennyvízbe ömleszteni, a helyi gazdaságok számára további felhasználásra történő elszállítása is könnyen kivitelezhető.

A gyengeségek közé sorolható a pénzügyi és technológiai erőforrások korlátozottsága, ami befolyásolhatja az egész élesztő újrahasznosítást. Az anyagi limitáció okozza, hogy nem jut forrás a GMP, GHP, ISO:9001 bevezetésére, fenntartására, valamint auditáltatására. A nagyüzemi léptékhez képest a kisebb léptékű termelés, és a változatosabb termékpalletta okozta limitált élesztő felhasználás több selejtezendő élesztősejtömeghez vezethet.

A lehetőségek tárgykörébe tartozik a fogyasztói igényeknek a kézműves termékek iránt való egyre nyitottabb hozzáállása, és az olyan technológiai fejlesztések, amelyek lehetővé teszik a hatékonyabb élesztőmenedzsment megoldásokat a főzde számára. Lehetőségként lehet tekinteni a különböző stratégiai partnerségekre és együttműködésekre, amelyekkel tágítható a célközönség elérése.

Fenyegetések is felfedezhetők ebben a szegmensben ide sorolható a szigorodó környezetvédelmi előírások, amelyek a költségvetésben kiadásként jelentkeznek. Új versenytársak csatlakozása ehhez a piachoz is fenyegetést jelent a már jelenlévő piaci

versenyzőkre. Az iparág nagyban függ a gazdasági állapottól, ezért egy recesszió az iparágra nagy fenyegetést jelent. A nagyüzemek jelenléte nem hagy teret a kisüzemeknek azok növekedésére, mivel ezek az üzemek jobban ki tudják használni a méretelőnyükből adódó lehetőségeiket (alacsonyabb ár).

A fenti sorokat a kisüzemi főzdekre kivetítve fejtettem ki SWOT analízist használva, de a gyakorlatban ezeket a jobb áttekinthetőség érdekében mátrixban ábrázolandó. Ezeket a problémákat a 9. ábrán szemléltetem mátrix alakjában.

SWOT- elemzés	Segítik a célok elérését	Gátolják a célok elérését
Belső tényezők (szervezeti jellemzők)	<p><u>Erősségek</u></p> <p><i>Könnyű adaptáció</i></p> <p><i>Jó kapcsolat a beszállítókkal</i></p> <p><i>Helyi gazdaságokkal való kooperáció</i></p>	<p><u>Gyengeségek</u></p> <p><i>Anyagi és technológiai korlátok</i></p> <p><i>A kisebb volumen több selejthez vezet</i></p>
Külső tényezők (környezeti jellemzők)	<p><u>Lehetőségek</u></p> <p><i>Fogyasztó nyitottság a termékek iránt</i></p> <p><i>Technológiai fejlődés adaptálása</i></p> <p><i>Stratégiai partnerségek kötése</i></p>	<p><u>Fenyegetettségek</u></p> <p><i>Szigorú környezeti előírások</i></p> <p><i>Új versenytársak piacralépése</i></p> <p><i>Recesszió esetén ingatag iparág</i></p> <p><i>Nagyüzemek piaci kapitalizációja</i></p>

10. ábra: A kisüzemi főzde SWOT analízise

(Forrás: Saját szerkesztés)

A negyedik fejezetben azokat, a szempontokat igyekeztem összesítve leírni, és megfogalmazni, amelyeknek az aspektusait szem előtt kell tartani ahhoz, hogy a folyamatok hatékonysága, a gépek működése, és az emberi tényező a lehető legkevesebb hibával szolgálja ki az adott szervezetet. Tisztában vagyok azzal is, hogy egy-egy téma, amelynek helyet biztosítottam ebben a szakaszban külön-külön tudományágakként jelennek meg, és ennél jóval több gondolat is kidolgozható a témákkal kapcsolatban, azonban a diplomamunkám célja elsősorban az az egész kép megjelenítése az olvasó, esetleg felhasználó előtt, amely alapján képessé válik elindulni a helyes gyakorlat felé vezető úton.

5. Kisüzemi megvalósítás

5.1 Az élesztő kultúra fenntartásának minőségbiztosítása

Ebben a fejezetben megoldási javaslatot fogok részletesen készíteni az élesztő újrahasznosítására azokkal az intézkedésekkel és tervekkel, amelyeket szükséges meghozni egy kisüzemi főzdében ahhoz, hogy fenn lehessen tartani az élesztőkultúrát megfelelő vitalitásában, sterilitásában. A fejezet tartalmában azokat a szempontokat emelem ki amelyek segíthetik azokat a főzdeket, akik számításba veszik az élesztő újrahasznosítását de nem tudják ennek az átfogó gyakorlati kivitelezését. Ezekhez fog ez a szakasz iránymutatásként szolgálni.

A fejezetet a következő három téma köré építem:

- Az első szakaszban az élesztő útjának biztosítását fogom bemutatni.
- A második szakaszban az egyes folyamatokhoz kapcsolódó CCP-k leírását kívánom kifejtetni
- A harmadik utolsó szakaszban egy kockázatértékeléssel fogom a korábban tárgyalt szakaszok kockázatainak megerősítését leírni.

Az előző 4. fejezet fogja biztosítani ennek a fejezetnek az alapját, ezért volt szükséges azok korábbi tárgyalása. A GMP, GHP, HACCP, különböző ISO szabványok fogják megteremteni a gyártóterületen azokat a körülményeket, amelyekkel kivitelezhető biztonságosan az élesztő újrahasznosítása. A folyamatok rögzítésének a keretrendszerét az ISO:9001-es alapozza meg, ez a szabvány kiegészül az ISO:14001-es szabvánnyal, ami a környezetirányítási rendszer. Előbbi, a dokumentumok és folyamatok rögzítése miatt fontos, utóbbi pedig a későbbiekben fel nem használt élesztő megfelelő (biztonságos) kezelése miatt szükséges. A fel nem használt élesztőtömeg az elkülönített, és megfelelő kezelése jogszabályban szabályozott, és az egyes főzdek kimenő szennyvíz sejttartalmát vizsgálatokkal mérik. Azt a sejttömeget, amelyet nem lehet a szennyvízbe engedni szelektíven kell gyűjteni és elszállíttatani.

Az állandó minőség fenntartása érdekében az üzemben történő munkafolyamatokat dokumentált formában javasolt rögzíteni, amelynek leírást az ISO:9001 előírja. Ezzel a lépéssel kiküszöbölhető, hogy egy gyártási lépést például a sörlé beoltását különböző módon hajtsanak végre, minden egyes ilyen és ehhez hasonló szempont szerepet játszik a végtermék minőségének alakításában. Ezt kiegészítendő eljárás a GMP és a GHP rendszerek melyek nélkül

nem lehet hatékonyan végrehajtani ezt a kritikus lépést. A GMP fő célja, hogy megelőzze a termékek szennyeződését, keresztszennyeződését (a keresztszennyeződés különböző élesztő típusok szempontjából kritikus kérdés) és hibáit, biztosítva ezzel a fogyasztók biztonságát. Ennek eléréséhez a GMP szigorú irányelveket állapít meg, amelyek tartalmazzák a gyártási helyiségek kialakítását és fenntartását, a berendezések karbantartását, a dokumentáció vezetését és a minőségellenőrzési eljárásokat. Minden gyártási lépés dokumentálva van, így a folyamatok visszakövethetők és ellenőrizhetők.

A Jó Higiéniai Gyakorlat (GHP) az élelmiszerbiztonság kulcsfontosságú része, amely a gyártási környezetben alkalmazandó alapvető higiéniai elveket és gyakorlatokat foglalja magába. A GHP célja, hogy minimalizálja az élelmiszertermelés során felmerülő mikrobiológiai, kémiai és fizikai szennyezés kockázatát, ezzel biztosítva az élelmiszerek biztonságos fogyasztását. A fogyasztáson túl az élesztő elvételre és tárolási körülményeinek állandóságának fenntartására is ki lehet és ki is kell a GHP-t terjeszteni. A GHP részeként a korábban tárgyalt CIP rendszerekkel történő takarítási lépést kell bevezetni abból a megfontolásból, hogy minimalizáljuk az emberi tényezőből fakadó hibák, és szennyezések esetleges bekövetkezését. A CIP működését hat szakaszra osztom az erjesztő tartályok aspektusából.

1. szakasz: Lágyított vízzel történő nagy nyomású átöblítés, melyekkel a korábbi erjesztésből bennmaradt szilárd szennyezők fellazítása és lemosása, valamint a felület nedvesítése történik meg. A víz hőmérsékletére gondosan ügyelni kell mivel, ha túl meleg akkor az utána beleengedett hideg sörlé a vákuum hatására kárt tehet az erjesztőben.
2. szakasz: Lúgos mosás. Ebben a lépésben lúgos oldattal feloldásra kerülnek a szennyeződések. A megfelelő hatékonyság érdekében a mosást követően húsz-harminc perc szükséges a vegyszer hatásának eléréséhez, ehhez szükséges recirkuláltatni.
3. szakasz: A tiszta vizes öblítés mellyel, a vegyszermaradékokkal együtt a feloldott szennyeződések is eltávolításra kerülnek.
4. szakasz: Savas mosás melyet folyamatos keringetés mellett benntartandó a rendszerben a víz és sörkő oldására használatos, és a rozsdamentes felület passziválásának elérése.

5. szakasz: Öblítés és fertőtlenítési lépés. Ha a savas mosásban nem történt fertőtlenítőszer használata, akkor itt használható jellemzően peregetsavval kivitelezhető.
6. szakasz: Végző öblítés, amelyben az összes maradék bennlévő komponenst eltávolítható

A beélesztőzést megelőzően az erjesztőtartály tisztaságáról meg kell győződni. Amiatt van erre szükség, hogy meggyőződjünk a CIP rendszer működésének hatékonyságáról, erre alkalmas az úgynevezett swab teszt. A swab egy vattapálcával történő mintavételezést jelent, a tartály különböző területeiről. Ennek a helyes menetéről a 4.5. fejezetben írtam részletesen és annak megfelelően kell elvégezni. A leggyakrabban nincsen annyi idő, hogy napokat várjanak erre az inkubációra, mivel a gyártás nem állhat meg.

Ezekre az esetekre ATP tesztet alkalmaznak, amely azonnal eredményt ad. A sörfőzdekben az ATP-szintek mérése lehetővé teszi a mikrobiális kontamináció vagy élesztőmaradványok azonnali kimutatását a felszerelésen, edényeken, és a gyártási környezetben. A mérések gyorsak és egyszerűek, ezért lehetővé teszik a sörfőzdek számára, hogy azonnal intézkedjenek, ha a tisztasági szint nem megfelelő. A tesztelés eredménye segít azonnali visszajelzést adni, ami nélkülözhetetlen a termék konzisztens minőségének és biztonságának biztosítása szempontjából.

Minden esetben, amikor az erjesztőt kinyitják fennáll a kockázat annak befertőződésére, ezért ezeket a munkafolyamatokat minél gyorsabban, minél precízebben ajánlott végrehajtani. Ha az eredmények megfelelőek, és nem nő ki olyan gomba, vagy baktérium, ami negatív hatással lehet az erjesztés lefolyására, akkor a beoltási lépés következik a steril erjesztőbe.

Az főerjesztés részét képezi a sör lehűtése, így az élesztősejttömeg leülepedik a kúpos erjesztő aljára. Ez a lehűtés hatására bekövetkező környezeti változásoknak, ezáltal megváltozott ülepedési sebességnek köszönhető.

Ezen a ponton szükséges kiemelni, hogy azokat a csapokat, és csőszerelvényeket, melyekben esetlegesen megtalálható nehezen hozzáférhető területek igényelhetnek további mechanikus tisztítást és fertőtlenítést alkoholos vagy peregetsavas oldattal. Kisüzemi körülmények között a keletkező élesztő mennyiségét nem tudják követni a nagyüzemmel ellentétben, ennek

következtében a tapasztalatok nyújtanak segítséget az élesztő mennyiségének elvételéhez. Az elvétel az erjesztőtartály alján található leeresztőcsokon keresztül történik meg.

Az elvétel során szükséges megvizsgálni laboratóriumban az élesztő sejtek állapotát, annak érdekében, hogy alkalmasak-e a későbbi felhasználásra. Ebben a folyamatban a meg kell vizsgálnia az élesztő sejtek felszínét, az élő és holt sejtek arányát is. A felszínének állapotából következtetni lehet a teljes sejtömeg állapotára. Több olyan tényező van, amelyeket az erjesztés alatt meg lehet figyelni, és ezek árulkodhatnak az élesztő egészségéről. A teljesség igénye nélkül, az erjedési pH, maga az erjedési sebesség, és hogy hányadik generáció az adott élesztő, ami felhasználásra került. Ha megfelel az általunk felállított keretrendszer kritériumainak és a meghatározott tartományok közé esik az élesztő minősége, akkor megkezdődhet a sejtömeg felkészítése a tárolásra. A leülepedett élesztő sejtömeg három rétegre osztható fel. A tárolásra szánt élesztő az üledék középső rétegében foglal helyet. Az alsó rétegekben a túl korán és hamar elpusztuló sejtek, seprővel együtt jelennek meg, a legfelső (tehát a sörrel érintkező réteg) pedig, a későn leülepedő élesztősejteken kívül komlógyanta is megtalálható. Az egészséges és jó erjesztőképességű élesztő sejtek ennek megfelelően a középső harmadban foglalnak helyet. Azt, hogy az élesztő hány százaléka kerül a lefolyóba az első és az utolsó rétegből, kisüzemi léptékben tapasztalati úton állapíthatóak meg.

Mivel az élesztők tárolása hűtve történik a következő felhasználásig, egy erre alkalmas hűthető, légmentesen lezárható, jól tisztán tartható edényre van szükség, de még előnyösebb, ha egy tartály áll rendelkezésre, amely kevertethető is a homogenizálás miatt. Ezt az edényt a műveletet megelőzően csíramentesíteni kell, hogy a tárolási körülményeket csíramentesen kezdhesük meg minimalizálva a kockázatot. Arra szükséges odafigyelni, hogy egy-egy ilyen tartályba/edénybe összegyűjtött sejtömeg mennyiség ne legyen nagyobb, mint XX kg, tekintettel arra, hogy a hűtés során bekövetkező hőmérséklet különbségek a massa közepe és külseje között ne térjen el nagymértékben egymástól, ezt a kevertetés biztosítja a tartályban. A főzdében felhasznált élesztőtípusokat külön-külön kell tárolni, hogy ne keveredhessenek össze egymással, és az erjesztőképességet fenntartva tárolhatók legyenek. Ha a gyártástervezés optimális, és a vevői igényeknek is megfelel, akkor az elvett élesztőt a vizsgálatokat követően megfelelőesség esetén rögtön fel is használható, a következő tétel erjesztéséhez.

A következő sorokban a lehetőségek bővítése érdekében írok le egy megoldási lehetőséget. Abban az esetben, ha nem olyan típusú sör következik, amihez fel lehet használni az elvételezett élesztőt, akkor szükséges az élesztő kezelése, hogy fel legyen készítve a tárolásra. Ez az előkészítés egy foszforsavas mosással kezdődik, és három szakaszban létrehozott vizes mosással folytatódik. A savas mosás hasznosságát az előző 5.1-es szakaszban tárgyaltam a vizes mosással együtt. Ha fennáll a lehetőség és gazdaságilag is kivitelezhető, érdemes ezeket különböző zárt CIP rendszerrel felszerelt tartályokba végezni. Erre megoldás lehet egy szűrőréteggel felszerelt tartály, amely nem engedi eltávozni a mosás alatt lévő sejttömeget. A leghatékonyabban úgy lehetséges ennek a kivitelezése, hogy az erjesztőtérben megtalálható erre a célra dedikált helyen elhelyezett berendezés, és a laborvizsgálatokat követően, csatlakoztatni lehet az erjesztőtartály alsó csonkjához, így elkerülhető a levegővel való érintkezés. Sok esetben ez a megoldás nem kellő mértékben kontrollálható, így ritkán alkalmazzák. Az alkalmazásának limitációjához az élesztő keletkezésének mértéke is hozzátartozik, mivel van és keletkezik is akkora sejttömeg, hogy ne kelljen ehhez a lehetőséghez fordulni.

Mosást követően a fenntartandó élesztőt a korábbiakban tárgyalt légmentesen lezárható tárolóba vagy tartályba helyezzük és hűtve tároljuk. A tároláshoz be kell üzemelni egy 2 – 4 Celsius-fok között üzemelő hűtőt, amelynek nyomon kell követni a hőmérsékletét. Ebben a hűtőben szisztematikusan lehet tárolni feliratozva az egyes polcokat és az élesztőket. Szükséges az élesztő típusát, az elvétel dátumát, az elvett élesztő mennyiségét dokumentálni ezeken kívül azt is, hogy melyik tételből származik és hányadik generáció. Ezekhez tartozó további adatok helyét ismerni kell, ha további információra van szükség egy-egy sarzzsal kapcsolatban. A hőmérséklet követését a hűtőbe helyezett szondákkal kivitelezhető lehetőség szerint különböző magasságokban kell ezeket a hőmérséklet monitorozásra alkalmas készülékeket elhelyezni, hogy mérhetővé váljon különböző magasságokban a hőmérséklet. A hűtő hőmérsékletének állandósága kritikus pont, ezért ezt szabályozni kell, hogy miképp lehet fenntartani annak állandóságát.

A tárolást követően, ha szükségessé válik az élesztő felhasználása a következő erjesztésben, akkor a rendszerben fenntartott és rögzített adatok alapján kikereshető a megfelelő azonosítóval ellátott élesztő a lezárt tárolóedényben. A vizsgálatok és a vizsgálatok keretrendszerének felállítását itt is szükséges elvégezni, illetve megcsinálni. A határértékek

meghatározása a gyártásvezetés felelőssége, betartása a munkatársak feladata, és betartatása a minőségügyért felelős kolléga hatásköre. A vizsgálatok során meg kell vizsgálni a tárolás hatására bekövetkező változásokat. Ez jelenthet mikroszkópos vizsgálatokat, amelyben ellenőrizhető a sejtek alakja, ebből kifolyólag a sejtek egészsége. A sejteknek megfigyelések alapján „teltnek, kereknek, szabályosnak kell lenniük, amely azt jelenti, hogy a tárolás hatására is megfelelő erjesztőképességgel bírnak. A Hozzá tartozik ebben az esetben is az élő és holt sejtek számának vizsgálata, azaz a konzisztencia vizsgálat, hogy ki lehessen számolni mekkora mennyiségű élesztőt szükséges a készülő sörbe beletenni. Ha minden rendelkezésre áll, és a laborvizsgálatok eredménye határértéken belül esik akkor újraoltható a korábban eltárolt kultúrával az újabb sarzs.

A gyakorlat azt mutatja, és hasonlóan működik a nagyüzemek esetében is, hogy az élesztősejtek életük során több változás is megfigyelhető. Ezek között van a sejtek degradációja, különböző (pH, alkoholtartalom, hőmérséklet, oxigénhiány) stressznek való kitettség. Annak érdekében, hogy a végtermék minősége megfelelő legyen, az előző mondatban szereplő stresszfaktorok hatására bekövetkező változásokat figyelemmel kell követni, és ellenőrizni kell. Az olyan tulajdonságok, mint a különböző vad típusú, hasonló fizikai és kémiai tűrőképességű élesztősejtek elszaporodása is hozzájárul az ital ízéhez, amik nem kis mértékben befolyásolhatják azt, az ilyen tételek nem kerülhetnek forgalomba.

Gyakorlatban ebben a fejezetben leírt tudás alapján ezt a folyamatot 3 - 4 generációig lehetséges fenntartani. Az ezt követő felhasználás kisüzemi körülmények között, már olyan mértékű változást, és nem konzisztens ízvilágot hoz létre, amivel nem lehet garantálni a fogyasztók számára szeretett, és megszokott ízvilágot. A nagyüzemek ennél többször is felhasználhatnak élesztőt, de náluk nagyobb anyagi és technológiai lehetőségek biztosítják az élesztő minőségét. Így a cél kisüzemi szempontokat figyelembevéve, az élesztő 3 – 4-szer történő újra felhasználásának széles körben történő elterjesztése, és az ehhez szükséges körülmények megteremtése.

5.2 Kritikus szabályozási pontok (CCP-k)

A kritikus ellenőrzési pontok (CCP-k) meghatározása kiemelt helyet foglal el a HACCP rendszer működésének szempontjából. Ezek a pontok olyan lépések, vagy eljárások a termelési folyamatban (jelen esetben az élesztőmenedzsmentben), ahol szabályozni lehet a veszélyeket, és megelőzhetőek az élelmiszerbiztonsági kockázatok. A megfelelő CCP-k megtalálásához ismerni kell a gyártási folyamatnak az erre vonatkozó munkafolyamatait, cselekedeteit. Ezek alapján felírható egy olyan sorrend, amelyekkel egyszerűen meghatározhatóak ezek a pontok.

1. Veszélyelemzés: Ennél a pontnál azonosítani kell az összes olyan veszélyt, amely hatással lehet a termék minőségének romlására. Ha például a CIP rendszer nem kerül rendszeresen meghatározott időnként karbantartásra, romolhat a teljesítménye, ebből kifolyólag megnő a befertőződés kockázata. A veszélyelemzés része a mikrobiális (baktériumok, penészgombák) szennyezésére. Fennállhat a takarításból adódó tisztító és fertőtlenítőszer maradványaira is, ezek is külön figyelmet igényelnek. A csomagolóanyagok (üvegek, dobozok) állapota is veszélyek között említendő.
2. CCP meghatározás: Azok a gyártás folyamán bekövetkező kritikus lépések, ahol még közbe lehet avatkozni, anélkül, hogy bármilyen anyagi károsodás érné a vállalatot. Ha a szervezetnek létezik különböző folyamatokra, és gyártási lépésekhez folyamatábrája ezekbe implementálhatóak a CCP-k helyei.
3. Döntési fa használata: A döntési fa egy olyan Igen/Nem válaszokkal előrehaladó módszer, amelyen végighaladva egyszerűen eldönthető egy adott lépésről, hogy az CCP-e vagy nem.
4. Kritikus határértékek beállítása: A CCP-k kijelölése után meg kell határozni a keretrendszer. Ezekre hivatkoztam az 5.1-es fejezet bizonyos szakaszaiban. Ha ezeknek a meghatározása jól, szakmailag alátámasztott indokkal vannak megtámogatva, akkor jó keretek között alacsony kockázattal lehet az egyes lépéseket működtetni.

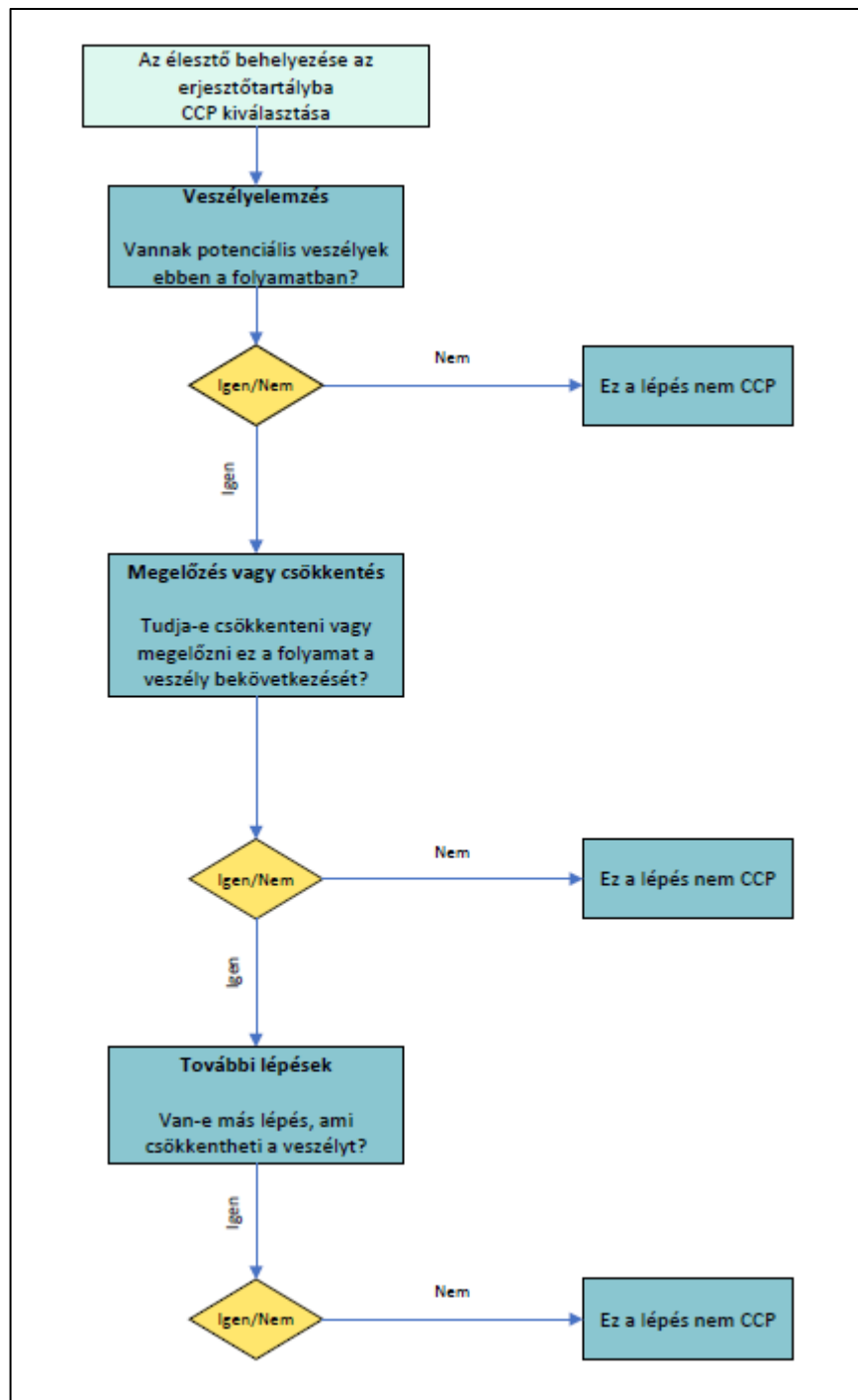
5. A folyamat monitorozása: Megtörténhet az idő előrehaladtával, hogy a folyamatok, és a technológia adta lehetőségek kissé vagy nagyobb mértékben megváltoznak. Ilyenkor ezeket a korábban leírt, és betartatott szabályokat CCP-ket felül kell vizsgálni. Ha egy CCCP alkalmatlan adott folyamat szabályozására akkor CAPA (*Corrective Action Preventive Action, Javító megelőző intézkedés*) formájában megoldást kell keresni rá.

A CCP-k meghatározása ellenőrzési pontok szerepét is betölthetik. Azokat a tevékenységeket, amelyeket a CCP-k esetében elvégzünk szükséges dokumentálni, hogy esetleges hiba esetén rekonstruálható események alapján kezdődhessen meg az adott nemmegfelelőség kivizsgálása.

Az élesztőkezelés folyamatában az általam meghatározott CCP-k a következő folyamatok szabályozására irányulnak.

- Az élesztő behelyezése az erjesztőtartályba
- Az erjesztés után történő élesztőelvétel (A sör hőmérséklete)
- Élesztőelvétel (Alkalmas-e az elvételre?)
- Az élesztőkezeléshez használt eszközök tisztasága
- A tárolóedények alkalmassága fertőtlenített állapota
- Egy tárolóba tárolt sejtömeg maximális tömege
- A hűtőkamra hőmérséklete
- Az újrafelhasználást megelőző vizsgálatok, és élesztőkezelése

A CCP-k meghatározását a következő 11. ábrán látható folyamat szerint jelöltem ki, és ezek a szempontokat figyelembe véve hoztam meg adott folyamat béli lépésről, hogy az a CCP-e vagy nem. Minden egyes élesztőkezelési lépésnél megfigyeltem ezeket a pontokat, és az ezekhez kapcsolódó folyamatokat, és az alapján döntöttem.



11. ábra: Döntési fa

(Forrás: Saját szerkesztés)

Ha a fenti pontokon beiktatásra kerülnek az 5.1-es szakaszban leírt intézkedések, akkor a kockázatokat le lehet csökkenteni az elfogadható szintre. Ugyanakkor ez szükséges, de nem minden esetben elégséges feltétele a hibák előfordulásának megakadályozásához. Törekedni kell a legminimálisabb kockázati szint elérésére, mivel a nulla valószínűséget csak megközelíteni lehet. Ennek a rendszernek a további erősítésére egy kockázatértékelést is

készítettem, amelyet mellékletként fogok csatolni. A további magyarázatok és szükségesség tárgyalása az 5.3-as fejezetben történik majd meg.

5.3 Kockázatértékelés az élesztő útjának egyes pontjain

A kockázatértékelést a minőségirányítási rendszernek adott folyamatokra fenn kell tartania, hogy meghatározzák a lépésekben rejlő kockázati szinteket. Három faktorból áll, amely a súlyosság, a valószínűség, és az észlelhetőségből tevődik össze. Ezeknek a beosztására többféle skálát alkalmazhatunk. Lehet egyszerűbb egytől háromig tartó skála, vagy lehet egytől ötig tartó intervallumban a kockázati elemeket értékelni. Ennek a három faktorra megállapított számok fogják adni a RPN-t (Risk Priority Number, kockázati prioritási szám). Ebből a szorzatból kapott szám fogja meghatározni adott kockázatnak a súlyosságát, és a beavatkozás szükségességét. A számok minden egyes szorzatvariációjára fel kell állítani egy mátrixot, amely megjelöli, hogy mely érték számít alacsony kockázati szintnek, és melyik érték kritikus kockázati szintnek. Utóbbi kockázati osztályba tartozó eseményekre korrekciós intézkedést szükséges tenni, amivel a kockázatot az elfogadható mértékűvé lehet csökkenteni. Ezeket a korrekciós intézkedéseket *Issue Priority*-nek (inézkedési rangsor) nevezzük. Ez a rangsor hivatott megadni, hogy melyik kockázat megoldását kötelező, melyiket ajánlott, és melyiknél nem szükséges eszközölni valamilyen intézkedést.

A kisüzemekre érvényes kockázatértékelést sikerült elkészítenem melyet Microsoft Excel segítségével készítettem, és az I. számú melléklet tartalmazza. Három faktort vettem figyelembe, amelyek a folyamat szempontjából meghatározóak. A súlyosság, az észlelhetőség, és a valószínűség. Ezek a faktorok folyamatonként értékelésre kerülnek, és ebből adódik az adott folyamat kockázati szintje.

Kockázati szinteknek megfelelően intézkedéseket szükséges hozni, amelyekkel ezt a kockázati szintet csökkenteni lehet. Az I. számú mellékletben látható, hogy hiányoznak ezen faktorok értékei, ezt szükséges adott folyamatokra kitölteni a megfelelő értékekkel, egyeztetve a társosztályokkal.

6. Következtetések és javaslatok

A dolgozatban minőségügyi megoldási lehetőségeket sorakoztatok fel az élesztőkezelés folyamatára. Úgy gondolom, a növekvő fogyasztói igényekre kell szabni a termelési hatékonyságot és annak minőségét. A minőségbiztosítás a termelés ezen igényeknek való megfelelése miatt válik évről-évre fontosabbá. A következő pontokban a dolgozat alapján fogalmazok meg változtatási lehetőségeket a minőségbiztosítással kapcsolatban, különös tekintettel az élesztőkezelésre.

1. A kisüzemek egy részénél nincs helyszíni laborvizsgálat, amellyel ellenőrzik az élesztők és a sör minőségét, mikrobiológiai megfelelését. Ennek a pótlása nagyságrendi javulást eredményez ebben a szegmensben
2. A HACCP rendszert ki kell minden gyártási folyamatra terjeszteni, és évente felülvizsgálni a hatékonyság javítása érdekében
 - A CCP-k meghatározásánál fontos a helyes pontok meghatározása a dolgozatban is szereplő döntési fa alapján (11. ábra)
3. Kockázatelemzés elkészítése az 1. mellékletben bemutatott ábra szerint, a gyökérok azonosítása és megszüntetésére való törekvés
 - A kockázatelemzés részét képezi az RPN meghatározása, ami a kockázati szint súlyosságát jelzi. Ezzel összefüggésben meg kell határozni különböző kockázati szintekre a beavatkozás szükségességnek mértékét

A vizsgált kisüzemi sörfőzde élesztőkezelési gyakorlatát áttekintve több fejlesztési javaslat is megfogalmazódott bennem a dolgozat készítése során. A CIP rendszerek átfogó alkalmazása, ezzel biztosíthatóak a steril körülmények. Az állandó minőség biztosítása érdekében különböző standardok (GMP, GHP, ISO:9001, ISO:22000) alkalmazása szükségessé válhat. Ezeket betartva és működtetve, egyre jobb minőségű termék állítható elő. Ez segítheti a főzdet az előnyösebb piaci pozíció kialakításában.

7. Összefoglalás

A diplomadolgozatom témája a sörélesztők kezelése és fenntartása kisüzemi körülmények között. Kiemelt célom volt, hogy a dolgozatban olyan módszereket és lehetőségeket mutassak be elsősorban minőségügyi oldalról, amelyeket felhasználva csökkenthetőek a kockázatok az élesztőkezelés során. A kisüzemi főzdek különleges helyet foglalnak el a szívemben, és szerettem volna valamilyen módon hozzájárulni a működésükhöz egy kevésbé tárgyalt téma kidolgozásával.

A módszerek között a minőségbiztosítási tapasztalataimon kívül segítette Farkas Péterrel történő interjú, és a különböző folyamatközpontú minőségügyi eszközök szerinti értékelés. A minőségbiztosítás elemeit képezi a GMP, GHP, CIP, HACCP, SWOT analízis, kockázatértékelés a folyamatok követése, munkautasítások naprakészen tartása. A technológiai lépéseket összefűzve az imént leírt módszerekkel lehetőség nyílik a folyamatokat jól működtetni.

A céljaim között szerepelt, hogy segítséget nyújtsak az iparágban tevékenykedő szereplőknek abban, hogy miképp érdemes és lehet a sörélesztőt megfelelően kezelni, és milyen szempontokat szükséges betartani, ahhoz, hogy a későbbiekben is kiemelkedő minőségű sörök készülhessenek. Céljaim része volt az is, hogy egy hazai kisüzemi főzde példáját végig tekintve feltárjam a rendszerben lévő hiányosságokat, és ezekre megpróbáljak minőségbiztosítói oldalról megoldásokat, javító intézkedéseket hozni.

Ahogy a kisüzemi sörfőzdek egyre nagyobb hangsúlyt fektetnek a versenyképesség javítására, úgy egyre hangsúlyosabbá válnak a minőségügyi megfontolások. Nem kis elköteleződést, és anyagi értelemben vett ráfordítást jelent azon rendszerek implementálása, amelyekről a dolgozatomban beszéltem, de hosszútávon áttekintve a lehetőségeket úgy gondolom, hogy ez a fajta szemlélet a megoldás az élesztőfelhasználás tekintetében is. Megfogalmazott javaslataimban kiemelt figyelmet szenteltem a minőségbiztosítási lépések kivitelezésének, és a körülmények pontról-pontra való megfogalmazásának. Ezek a rendszerek egy csokorba gyűjtve biztosítani tudják az üzem minőségügyi oldalról való megfelelését az élesztőkezelés terén.

Remélem, hogy egyszer lesz egy hasonló elveken nyugvó rendszer létrehozására lehetőségem, mert szeretném a gyakorlatban is testközelből megfigyelni a rendszer hatékonyságát.

8. Irodalomjegyzék

ABBAS CA (2006). Production of antioxidants, aromas, colours, flavours and vitamins by yeasts. In: Querol A, Fleet GH (szerk.) Yeasts in Food and Beverages. Springer-Verlag. Berlin. pp: 285-334

BAHRIM, G. E., BLEOANCA, I., & BAHIRIM, G. (2013). Overview on Brewing Yeast Stress Factors. In Romanian Biotechnological Letters (Vol. 18), Issue <https://www.researchgate.net/publication/258323942>

BAMFORTH C. W. ET AL., (2016). Brewing Materials and Processes A Practical Approach to Beer Excellence

BAMFORTH, CHARLES, (2006). ed. Brewing: new technologies. Woodhead Publishing

BANIYA, S. (2024). Yeast: Structure, Reproduction, and Uses. Microbe Online, [blog] január 5. Elérhető: <https://microbeonline.com/yeast-structure-reproduction-and-uses/> [Hozzáférés: 2024.03.12.]

BELTRAN, G., TORIJA, M. J., NOVO, M., FERRER, N., POBLET, M., GUILLAMON, J. M., ROZES, N., AND MAS, A. (2002). "Analysis of Yeast Populations During Alcohol Fermentation: A Six Year Follow-up Study". pp. 3–4 Systematic and Applied Microbiology 25.2, 287–93.

CHANDRASENA, G., G. M. WALKER, AND STAINES H. J. (1997). Use of surface responses in predicting metal ion interactions in yeast fermentations. J. Am. Soc. Brew. Chem 55, 24-29.

BRIGGS, D. E. (2004). Brewing: science and practice. Woodhead Publishing.

BRIGGS, D.E., BROOKES, P.A., STEVENS, R., BOULTON, C.A., (2004).: Brewing: Science and Practice. Elsevier.

BOULTON, C. AND QUAIN D. (2001). Brewing Yeast & Fermentation

COUSIN F.J., LE GUELLEC, R., SCHLUSSELHUBER, M.; DALMASSO, M.; LAPLACE, J.M.; CRETENET, M. (2017). Microorganisms in fermented apple beverages: Current knowledge and future directions. Microorganisms, 5, 39.

CRABTREE, HG. (1929).: Observations on the carbohydrate metabolism of tumours. *Biochem J.*;23(3):536-45.

DEÁK T, KISKÓ G, MARÁZ A, MOHÁCSINÉ FARKAS CS (2006). *Élelmiszer Mikrobiológia*

DE DEKEN, R. H. (1966). The Crabtree Effect: A Regulatory System in Yeast. In *J. gen. Microbiol* (Vol. 44).

DINIZ-MENDES L, BERNARDES E, DE ARAUJO PS, PANEK AD, PASCHOALIN VM. (1999). Preservation of frozen yeast cells by trehalose. *Biotechnol Bioeng.* 65(5):572-8. doi: 10.1002/(sici)1097-0290(19991205)65:5<572: aid-bit10>3.0.co;2-7. PMID: 10516583.

DIPPEL, K.; MATTI, K.; MUNO-BENDER, J.; MICHLING, F.; BREZINA, S.; SEMMLER, H.; RAUHUT, D.; WENDLAND, J. (2022). Co-Fermentations of Kveik with Non-Conventional Yeasts for Targeted Aroma Modulation. *Microorganisms* 10, 1922.
<https://doi.org/10.3390/microorganisms10101922>

ESSLINGER, H. (2009). *Handbook of brewing : processes, technology, markets.* Wiley-VCH.

FARIA-OLIVEIRA, F., DINIZ R. H.S., SANTOS, F. G., PILÓ, F. B., MEZADRI, H., CASTRO, L. M. AND BRANDÃO R. L. (2015). The Role of Yeast and Lactic Acid Bacteria in the Production of Fermented Beverages in South America

DR. FEHÉR Á. HACCP előadása <https://docplayer.hu/15006567-Haccp-hazard-analysis-critical-control-point-kockaz-at-elemzes-kritikus-ellenorzesi-pontok.html> [elérés: 2024.04.01.]

GIBSON, B.R., LAWRENCE S.J., LECLAIRE J.P.R., POWELL C.D. & SMART K.A. (2007). Yeast responses to stresses associated with industrial brewery handling. *FEMS Microbiol Rev* 31: 535–569.

G. G. STEWART (2017). *Brewing and Distilling Yeasts*

HANSON EVA MARIA (2022). <https://www.fooddocs.com/post/haccp-principles> [Elérhető: 2024.04.25]

HOHMANN, S. (2002). Osmotic stress signalling and osmoadaptation in yeasts. *Microbiol Mol Biol Rev* 66: 300–372.

INGLEDEW, W. M. (1999). Alcohol production by *Saccharomyces cerevisiae*: a yeast primer. The alcohol textbook 3 Pages: 49-87.

IORIZZO, M.; COPPOLA, F.; LETIZIA, F.; TESTA, B.; SORRENTINO, E. (2021). Role of Yeasts in the Brewing Process: Tradition and Innovation. *Processes* 9, 839.
<https://doi.org/10.3390/pr9050839>

JACQUES, K. A., LYONS, T. P., KELSALL, D. R. (2003). *The Alcohol Textbook* (4th Ed.). Nottingham: Nottingham University Press, 102-284.

ROBINSON, J. (2003). Jancis Robinson's Wine Course Third Edition, pp. 74–84. Abbeville Press ISBN 0789208830.

FRANÇOIS, J., LUC PARROU, J. (2001). Reserve carbohydrates metabolism in the yeast *Saccharomyces cerevisiae*, *FEMS Microbiology Reviews*, Volume 25, Issue 1, Pages 125–145

JONES, M., & PIERCE, J. S. (1964). Absorption of amino acids from wort by yeasts. *Journal of the Institute of Brewing*, 70(4), 307–315. <https://doi.org/10.1002/j.2050-0416.1964.tb01996.x>

JUDGE, A., DODD, MS. (2020). Metabolism. *Essays Biochem.* 64(4):607-647.
Doi: 10.1042/EBC20190041. PMID: 32830223; PMCID: PMC7545035.

KEREKES, S. ÉS KISS, K. (2002). A tisztább termelés lehetőségei a söriparban

LODOLO, E J., KOCK, J L.F., AXCELL, B. C. & BROOKS, M. (2008). The yeast *Saccharomyces cerevisiae* – The main character in beer brewing

MAICAS, S. (2020): The Role of Yeasts in Fermentation Processes

KNOP, M. (2011). Yeast cell morphology and sexual reproduction – A short overview and some considerations, *Comptes Rendus Biologies*, Volume 334, Issues 8–9, Pages 599-606
<https://www.oculyze.net/what-is-krausen-in-beer-making/> (2024.04.17.)

PÉTER G (2020).: Élesztőgombák jelentősége az élelmiszeriparban

PIERCE JS (1987). The role of nitrogen in brewing. *J Inst Brew* 93: 378–381.

- PRIEST F. G., CAMPBELL I. (Szerk.) (1996): *Brewing Microbiology*. London: Chapman & Hall. 306. p.
- QUEROL A, FLEET G (2006). *Yeast in Food and Beverages*
- RAINES-CASSELMAN, M. B. (2005). "Yeast Propagation and Maintenance: Principles and Practices." *The maltose falcons*, California
- MCCAIG R., BENDIAK D. S. (1985). Yeast Handling Studies. II. Temperature of Storage of Pitching Yeast, *Journal of the American Society of Brewing Chemists*, 43:2, 119-122
- LAGUNAS R. (1981). Is *Saccharomyces cerevisiae* a typical facultative anaerobe?, *Trends in Biochemical Sciences*, Volume 6, Pages 201-203
- SALEMA-OOM M., VALADÃO PINTO V., GONÇALVES P., SPENCER-MARTINS I. (2005). Maltotriose utilization by industrial *Saccharomyces* strains: characterization of a new member of the alpha-glucoside transporter family. *Appl Environ Microbiol.*;71(9):5044-9. Doi: 10.1128/AEM.71.9.5044-5049.2005.
- SIMPSON, W. J., AND HAMMOND, J. R. N. (1989). The response of brewing yeast to acid washing. *Journal of the Institute of Brewing* 95, 347–54.
- SERRANO, R. (1977). Energy requirements for maltose transport in yeast. *Eur. J. Biochem.*, Vol. 80, pp. 97–102.
- STRUYF, N., ET AL. (2017). Bread dough and baker's yeast: An uplifting synergy. *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety* 16.5, 850-867.
- TENGE, CH. (2009). Yeast. In: Esslinger, H. M. (ed.) *Handbook of brewing: processes, technology, markets*. Wiley-VCH.
- THOMSON JM, GAUCHER EA, BURGAN MF, DE KEE DW, LI T, ARIS JP, BENNER SA. (2005). Resurrecting ancestral alcohol dehydrogenases from yeast. *Nat Genet.* 37(6):630-5.
- VAN BERGEN B. & SHEPPARD JD. (2004). The effect of acid washing and fermentation gravity on mechanical shear resistance in brewing yeast. *J Am Soc Brew Chem* 62: 87–91.
- VARELA, CRISTIAN. (2016). The impact of non-*Saccharomyces* yeasts in the production of alcoholic beverages. *Applied Microbiology and Biotechnology* 100, 9861-9874.

VERDUYN, C., ZOMERDIJK, T.P.L., VAN DIJKEN, J.P. ET AL. (1984). Continuous measurement of ethanol production by aerobic yeast suspensions with an enzyme electrode. *Appl Microbiol Biotechnol* 19, 181–185

WALKER, G. M. (2014). Fermentation (Industrial): media for industrial fermentations. *Encyclopedia of food microbiology*. Academic Press, 769-777.

WALKER, G. M. (2004). "Metals in yeast fermentation processes." *Advances in applied microbiology* 54, 197-230

WALKER, G. M., STEWART, G. G. (2016). *Saccharomyces cerevisiae in the Production of Fermented Beverages*

WHITE CH, ZAINASHEFF J (2010). *Yeast The Practical Guide to Beer fermentation*

WOMACK, J. P. (1966). *Lean Thinking: Banish Waste and Create Wealth in Your Corporation*. New York, NY: Simon & Schuster

LLOYD, D. (2008). Design and control of CIP systems. *Cleaning-in-place: Dairy, food and beverage operations*, 150.

9. Táblázatok és ábrák jegyzéke

1. ábra: Glikolízis és alkoholos fermentáció lépései *S. cerevisiae*-n, 8. oldal
2. ábra: Élesztősejt felépítése, 12. oldal
3. ábra: Hasadás sematikus ábrája, 13. oldal
4. ábra: A Sarjadzás szemléltetése, 14. oldal
5. ábra: Sejtek élelciklusának követése, 15. oldal
6. ábra: Szénhidrátok belépése a glikolízisbe, 20. oldal
7. ábra: Az élesztősejtben lezajló folyamatok sematikus ábrája, 21. oldal
8. ábra: Az élesztő útja a főzdében, 22. oldal
9. ábra: Krausen képződése a sörben, 25. oldal
10. ábra: A kisüzemi főzdek SWOT analízise, 37. oldal
11. ábra: Döntési fa, 46. oldal
1. táblázat: Aminosavak felhasználásának rangsora, 20. oldal

10. Mellékletek

I. melléklet: Kockázatértékelés pontjai

A folyamat egyes lépései, melyekben a potenciális veszélyeket és kockázatokat értékelni kell	Folyamattól elért eredmény	Hiba, kockázati tényező leírása	Potenciális ok	Súlyosság	Valószínűség	Felisíthatóság	Kockázati szint	Kockázat csökkentő stratégia (a kockázatot a lehető legkisebb szintűre kell csökkenteni)	Súlyosság csökkentés	Valószínűség csökkentés	Felisíthatóság csökkentés	Maradék kockázat szint	Maradék kockázat indoklása (amennyiben nem a legalsó szint)
A beérkezett élesztő minőségének ellenőrzése	Az élesztővel szemben támasztott követelményeknek való megfelelés	Az élő és holt sejt arányának átvételi határán kívül eső érték	Szállítási körülmények nem megfelelőssége				0	Szállítási körülmények ellenőrzése átvételkor (hőmérséklet, tisztaság, minőség), kezes utasítás				0	
A tartály tisztasága	CIP rendszer hatékony működése	Nem megfelelő takarításból adódó kontamináció	A saját laborban végzett mérés bizonytalansága				0	A rendszer karbantartása nem megfelelő időközönként történt				0	
A tartály tisztasága	A szabályozásnak való megfelelés	A tisztítás utáni mintavételezése	Nem megfelelő területekről történő mintavétel				0	A CIP rendszer nem megfelelő tisztaság létrehozása				0	
Élesztő elvétel	További felhasználás lehetősége	Komponensek nem megfelelő tárolása	A mintavétel nem szakszerűen történő elvégzése				0	Vegyszer koncentráció ellenőrzés, tartály tisztaság ellenőrzés (szemrevételezés, ATP teszt, öblítővíz leoltás)				0	
			A mintavételezést végző munkatárs oktatásának hiánya				0	Mintavételi terv készítése,				0	
			Folyamat nincs leszabályozva vagy nem egyértelmű				0	Kezelési utasítás készítése,				0	
			Figyelemtelenségből adódó				0	Rendszeres oktatás				0	
							0	Kezelési utasítás készítése, rendszeres oktatás, ellenőrzés				0	
							0	Rendszeres oktatás, ellenőrzés				0	

A folyamat egyes lépései, melyekben a potenciális veszélyeket és kockázatokat értékelni kell	Folyamattól elvárt eredmény	Hiba, kockázati tényező leírása	Potenciális ok	Súlyosság	Valószínűség	Észlelhetőség	Kockázati szint	Kockázat csökkentő stratégia (a kockázatot a lehető legkisebb szintűre kell csökkenteni)	Súlyosság csökkentés	Valószínűség csökkentés	Észlelhetőség csökkentés	Maradék kockázati szint	Maradék kockázat indoklása (amennyiben nem a legalacsonyabb)
Élesztő elvétel	További felhasználás lehetősége	Az élesztő elétele a sőr lehűtése nélkül	Szakmai hiányosságok				0	Kezelési utasítás készítése, rendszeres oktatás, ellenőrzés				0	
			Hibás információ átadás				0	Műszaknapló vezetése rendszeres					0
Élesztő tisztítása	Megfelelő állapotú élesztő elérése az erjesztés után	Nem megfelelő szennyező kioldás	A folyamatot elvégző munkatárs oktatásának hiánya				0	A felhasznált vegyszer felülvizsgálata				0	
			A savas mosás alatti pH helytelen beállítása				0	A folyamat optimalizálása					0
Élesztő tisztítása	A tárolás utáni magas minőségű élesztő	Elégtelen sejtisztítás	A mosások száma nem megfelelő				0	CIP rendszer felülvizsgálata				0	
			A mosás intenzitása nem megfelelő				0	Kezelési utasítás készítése, rendszeres oktatás, ellenőrzés					0
Élesztő tisztítása	A tárolás utáni magas minőségű élesztő	Nem megfelelő takarításból adódó kontamináció akésőbbi használatok során	Nem megfelelő (nem elég alapos) takarítás				0	Vegyszernapló készítése, ellenőrzése				0	
			Lejárt tisztítószerek alkalmazása				0						0

A folyamat egyes lépései, melyekben a potenciális veszélyeket és kockázatokat értékelni kell	Folyamattól elvárt eredmény	Hiba, kockázati tényező leírása	Potenciális ok	Súlyosság	Valószínűség	Eszelhetőség	Kockázati szint	Kockázat csökkentő stratégia (a kockázatot a lehető legkisebb szintűre kell csökkenteni)	Súlyosság csökkentés	Valószínűség csökkentés	Eszelhetőség csökkentés	Maradék kockázati szint	Maradék kockázat indoklása (amennyiben nem a legalacsonyabb)
Élesztő tárolása	Az élesztő erjesztőképességének megtartása	Nem megfelelő mennyiségű élesztő eltétele ugyanazon tároló edénybe	Szabályozás hiánya				0	Kezelési utasítás készítése, rendszeres oktatás, ellenőrzés				0	
Élesztő tárolása	Az élesztő erjesztőképességének megtartása	A hűtő kapacitásának figyelmen kívül hagyása	Berendezés használati utasításában foglalt specifikációkon kívül történő használata				0	Rendszeres oktatás, ellenőrzés				0	
Élesztő tárolása	Az élesztő erjesztőképességének megtartása	Nincsenek monitorozva a hőmérsékleti adatok	Szabályozás hiánya				0	Kezelési utasítás készítése, rendszeres oktatás,				0	
Tárolás utáni kondicionálás	A megfelelő erjesztőképesség elérése	A körülményekhez nem hozzáillesztett visszaoltás	Hibás folyamattervezés				0	A folyamat rendszeres				0	
			Hibásan beállított paraméterek (hőmérséklet, pH)				0	Kezelési utasítás készítése, rendszeres				0	
Minőségbiztosítási aspektusok	Minőség biztosítása folyamatonként	Továbbblépés bármely folyamatban nem megfelelő kimenet mellett	Nincs ellenőrzés				0	Ellenőrzési pontok kialakítása,ellenőrzése				0	
			Nincs feülvizsgálat				0	Rendszeres audit				0	
			Nem szakszerű ellenőrzés				0	Rendszeres oktatás, ellenőrzés				0	
			Nem teljeskörű ellenőrzés (mintavételezés)				0	Mintavételi terv készítése, ellenőrzése			0		

A folyamat egyes lépései, melyekben a potenciális veszélyeket és kockázatokat értékelni kell	Folyamatról elvárt eredmény	Hiba, kockázati tényező leírása	Potenciális ok	Súlyosság	Valószínűség	Esztétikus	Kockázati szint	Kockázat csökkentő stratégia (a kockázatot a lehető legkisebb szintűre kell csökkenteni)	Súlyosság csökkentés	Valószínűség csökkentés	Esztétikus csökkentés	Maradék kockázat indoklása (amennyiben nem a legáltalánosabb)
Minőségbiztosítási aspektusok	Minőség biztosítása folyamatonként	Nincsenek mérési eredmények	Mérési hiba				0	Rendszer validálása a napi mérések előtt	0			0
			Adatvesztés (nincs rögzítés)				0	Adatrögzítési rendszer kialakítása	0			0
			Adatvesztés (berendezés nem rögzít)				0	Informatikai háttér biztosítása	0			
Minőségbiztosítási aspektusok	Minőség biztosítása folyamatonként	Nem jó mérési eredmények	Berendezés hiba				0	Rendszer validálása a napi mérések előtt	0			0
			Nincs specifikáció				0	Specifikációk megállapítása, ellenőrzése	0			
Minőségbiztosítási aspektusok	Minőség biztosítása folyamatonként	Értékelési hiba	Szakmai nem megfelelés				0	Specifikációk megállapítása, oktatása, ellenőrzése	0			0
			Minőségbiztosító által nem jóváhagyott sablon használata a minőségellenőrzés részéről				0	Megfelelő munkaeör alkalmazása	0			
Termékfejlesztés	Elvárásoknak megfelelő sarzdokumentáció és tanúsítvány	Az átadott információ nem érthető a munkavállalók számára	Szakképzettség nem megfelelő				0	Megfelelő szakembereket alkalmazása	0			0
			Információ nem értelmezhető				0	Munkavállalói visszajelzés a folyamatokról	0			
Dokumentumok kezelése	Megfelelő adattartalom a munkautasításokban	Mégfogalmazás körülményes, bonyolult	Megfogalmazás körülményes, bonyolult				0	Megfelelő oktatás, visszajelzésekre való lehetőség biztosítása	0			0
			A leírt folyamat lépései nem következések				0	Rendszeres felülvizsgálat a felelős személyek által	0			

A folyamat egyes lépései, melyekben a potenciális veszélyeket és kockázatokat értékelni kell	Folyamatról elvárt eredmény	Hiba, kockázati tényező leírása	Potenciális ok	Súlyosság	Valószínűség	Eszelhetőség	Kockázati szint	Kockázat csökkentő stratégia (a kockázatot a lehető legkisebb szintűre kell csökkenteni)	Súlyosság csökkentés	Valószínűség csökkentés	Eszelhetőség csökkentés	Maradék kockázat indoklása (amennyiben nem a legalsó szint)
Dokumentumok kezelése	A kiadott munkalapok az összes olyan információt tartalmazták, amelyek szükségesek az önálló	A gyártásban bekövetkező lépések sorrendje nem megfelelő	A munkalap készítőjének figyelmetlensége				0	Rendszeres oktatás				0
Dokumentumok kezelése	Dokumentumok kiadása megfelelő	Munkavállalók tudása nem naprakész	A munkalap nem a közös szerverről kerül kiadásra (own copy)				0	Csak felelős személyek által jóváhagyott munkalap alapján történhet a munkavégzés				0
Dokumentumok kezelése	Dokumentumok kiadása megfelelő	A munkavállalók nem tudnak a kiadott dokumentummal dolgozni	A változtatások kommunikálása nem megfelelő				0	Dokumentumok ellenőrzését több munkatársnak is felül kell vizsgálnia				0
Dokumentumok kezelése	Dokumentumok kiadása megfelelő	Nem a megfelelő eszközzel (kéken író, nem radirozható golyóstoll) kerül kitöltésre	"Szokásjog"				0	Munkavégzés csak jóváhagyott				0
Dokumentumok kezelése	Dokumentumok kiadása megfelelő	A munkavállalók nem tudnak a hivatalos dokumentum létezéséről / elérhetőségéről	A munkavállalók nem férnek hozzá a hivatalos dokumentumokhoz				0	Felelősségi körhöz történő dokumentum hozzáférés				0
Dokumentumok kezelése	Dokumentumok helyes töltése	Munkaeszköz nem elérhető	A munkavállalók nem követik az előírt folyamatot				0	Oktatás				0
Dokumentumok kezelése	Dokumentumok helyes töltése	Oktatás hiánya	Munkaeszköz nem elérhető				0	Rendszeres oktatás, szankcionálás				0
Dokumentumok kezelése	Dokumentumok helyes töltése	Oktatás hiánya	Oktatás hiánya				0	Beszerezés optimalizálása				0
Dokumentumok kezelése	Dokumentumok helyes töltése	Oktatás hiánya	A munkavállalók nem követik az előírt folyamatot				0	Rendszeres oktatás, szankcionálás				0

A folyamat egyes lépései, melyekben a potenciális veszélyeket és kockázatokat értékelni kell	Folyamatról elvárt eredmény	Hiba, kockázati tényező leírása	Potenciális ok	Súlyosság	Valószínűség	Észlelhetőség	Kockázati szint	Kockázat csökkentés csökkenti	Valószínűség csökkentés	Észlelhetőség csökkentés	Maradék kockázati szint	Maradék kockázati indoklása (amennyiben nem a legalsó szint)
Dokumentumok kezelése	Dokumentumok helyes töltése	Hibajavítás nem megfelelő (hibajavító, satírozás, javítás tényének feltüntetése elmarad)	Oktatás hiánya				0	Rendszeres oktatások tartása			0	
Dokumentumok kezelése	Dokumentumok helyes töltése	Üres cellák (hiányzó adat és/vagy aláírás)	Oktatás hiánya				0	Rendszeres oktatások tartása			0	
Dokumentumok kezelése	Dokumentumok helyes töltése		A munkavállalók nem követik az előírt folyamatot				0	Rendszeres oktatás, szankcionálás			0	
Dokumentumok kezelése	Dokumentumok helyes töltése		Oktatás hiánya				0	Rendszeres oktatások tartása			0	
Dokumentumok kezelése	Dokumentumok helyes töltése		A munkavállalók nem követik az előírt folyamatot				0	Rendszeres oktatás, szankcionálás			0	
Dokumentumok kezelése	Dokumentumok helyes töltése		A munkavállalók figyelmetlensége				0	Túlterheltség csökkentése			0	
Dokumentumok kezelése	Dokumentumok helyes töltése		Felettesi ellenőrzés elmarad				0	Felettes feladatkörének kiszervezése			0	
Dokumentumok kezelése	Dokumentumok helyes töltése		Dokumentum tárolási helyének rendszeres változtatása				0	A dokumentumok dedikált helye kell legyen a laborokban			0	
Dokumentumok kezelése	Dokumentumok helyes töltése		A dokumentumot kezelők figyelmetlensége, hanyagsága				0	Túlterheltség csökkentése			0	
Dokumentumok kezelése	Dokumentumok helyes töltése		A dokumentum (ideiglenesen) más területen található (pl. Nem az adott munkafolyamathoz kijelölt tárolóhelyen)				0	Dokumentumok kiadása csak vezető hozzájárulásával történhet meg			0	
Dokumentumok kezelése	Dokumentumok helyes töltése	Sarzsokumentációból hiányzó munkalap	Elemi kár				0	Megfelelő tűzjelző rendszer működtetése. Elhárításhoz szükséges eszközök meglétének rendszeres felülvizsgálata			0	
Dokumentumok kezelése	Dokumentumok helyes töltése		Illetéktelen személy hozzáférése a dokumentumhoz				0	Kártyás beléptetőrendszer megfelelő működtetése			0	

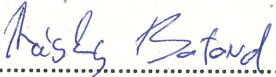
A folyamat egyes lépései, melyekben a potenciális veszélyeket és kockázatokat értékelni kell	Folyamatotól elvárt eredmény	Hiba, kockázati tényező leírása	Potenciális ok	Súlyosság	Valószínűség	Észlelhetőség	Kockázati szint	Kockázat csökkentő stratégia (a kockázatot a lehető legkisebb szintűre kell csökkenteni)	Súlyosság csökkentés	Valószínűség csökkentés	Észlelhetőség csökkentés	Maradék kockázati szint	Maradék kockázat indoklása (amennyiben nem a legalacsonyabb)
Dokumentumok kezelése	Termékekhez tartozó dokumentáció megfelelő kezelése (tárolás, titkosítás, megfelelő és engedélyezett dokumentumok elérhetők a közös szerveren)	Sarzsdokumentáció illetéktelen kezekbe / harmadik félhez / kompetitorhoz kerül	Illetéktelen személy hozzáférése a dokumentumhoz				0	Információs rendszer biztonságának Rendszeres oktatás, ellenőrzés				0	
							0	Elkötelezett lojális munkavállalók alkalmazása				0	
Nem-megfelelőségek kezelése	Nem-megfelelőségek azonosítása	Nem kerülnek azonosításra a nem-megfelelőségek	Oktatás hiánya				0	Rendszeres oktatás, ellenőrzés				0	
Nem-megfelelőségek kezelése	Nem-megfelelőségek azonosításakor szerzett információk átadása	Nem kerül rögzítésre a nem-megfelelőség	Nem megfelelő minőségügyi felügyelet				0	Rendszeres oktatás, ellenőrzés				0	

NYILATKOZAT

Alulírott Rásky Botond András, büntetőjogi felelősségem tudatában kijelentem, hogy az általam benyújtott, *Élesztőkezelés minőségbiztosítása kisüzemi sörfőzdekből* című szakdolgozat (diplomadolgozat) önálló szellemi termékem. Amennyiben mások munkáját felhasználtam, azokra megfelelően hivatkozom, beleértve a nyomtatott és az internetes forrásokat is.

Tudomásul veszem, hogy a szakdolgozat/diplomadolgozat elektronikus példánya a védés után a Magyar Agrár- és Élettudományi Egyetem könyvtárába kerül elhelyezésre, ahol a könyvtár olvasói hozzájuthatnak.

Kelt: Budapest, 2024 április 26.


.....
aláírás

NYILATKOZAT

Rásky Botond András (Neptun azonosítója: F3HKDU) konzulenseiként nyilatkozunk arról, hogy a szakdolgozatot áttekintettük, a hallgatót az irodalmi források korrekt kezelésének követelményeiről, jogi és etikai szabályairól tájékoztattuk.

A szakdolgozatot a záróvizsgán történő védelemre javaslom / nem javaslom¹.

A dolgozat állam- vagy szolgálati titkot tartalmaz: igen nem^{*2}

Kelt: Budapest, 2024. április 18.



belső konzulensek

¹ A megfelelő aláhúzendó.

² A megfelelő aláhúzendó.