

DOKTORI (PhD) ÉRTEKEZÉS TÉZISEI

**NYUGAT-MAGYARORSZÁGI EGYETEM
MEZŐGAZDASÁG- ÉS ÉLELMISZERTUDOMÁNYI KAR
MOSONMAGYARÓVÁR
Élelmiszertudományi Intézet**

Doktori Iskola vezető:

Dr. Schmidt János
egyetemi tanár, MTA levelező tagja

Program- és témavezető:

Dr. habil. Szigeti Jenő
egyetemi tanár, a mezőgazdasági tudomány kandidátusa

**EGYSEJTFEHÉRJE-ELŐÁLLÍTÁS OPTIMALIZÁLÁSA
KLUYVEROMYCES TÖRZSEK ALKALMAZÁSA ESETÉN**

Készítette:
ÁSVÁNYI BALÁZS

Mosonmagyórvár

2005

1. A KUTATÁS ELŐZMÉNYEI, CÉLKITŰZÉSEK

Magyarországon a kérődzők tejéből előállított sajt-, és túrófélések gyártása során mintegy 970 millió dm³ édes-, vagy savanyú tejsavó képződik. Ennek a mennyiségnek elenyésző hányada kerül vissza az állattartásba, mint takarmány-kiegészítő. A nevezett melléktermékek mennyiségének csupán a felét dolgozzák fel az iparban – különösen az élelmiszer és takarmány ipar bír jelentőséggel – a fennmaradó rész pedig vizeinkbe, vagy mezőgazdasági hasznosítású földterületeinkre kerül károsítva az ottani ökoszisztémát.

A savófélések magas víztartalma gazdaságtalanná teszi elszállításukat, pl. porítás céljára, amely korábban általánosan alkalmazott eljárás volt a savó feldolgozására. Ehhez járul a porítás esetén jelentkező rendkívül magas porítási energiaköltség is, így ezen eljárás a realizálható árat figyelembe véve gazdaságtalan.

A savó hasznosításának köre rendkívül széles, az élelmiszeripartól kezdve, a gyógyszeriparon át egészen a biogáz-előállításig alkalmazzák alapanyagként, ám az így feldolgozott volumen is csak mintegy 50%-a a világ éves savó termelésének.

A keletkezett nagymennyiségű savó egyik lehetséges felhasználási alternatívája az egysejtfehérje (Single Cell Protein - SCP) előállítás, amelynek során a sajtavót élesztőgombával (pl. *Kluyveromyces*) oltják be, és az a tejsavón elszaporodva fehérjévé (az élesztő tömegének mintegy 50%-a) konvertálja annak laktóz tartalmát (5%). Az így előállított termék magas biológiai értékű (mintegy 87%) és megfelelő előkezelés után a humán táplálkozásban (mint étrend kiegészítő) és az állati takarmányozásban (monogasztrikus állatoknál a teljesítmény javítására, kérődzők esetében, mint a bendőműködést kedvezően befolyásoló fehérjetakarmány) egyaránt felhasználható.

Az SCP előállítás kapcsán az 50-es évektől széleskörű kutatás folyt, azonban alkalmazása a nehezen megvalósítható gazdaságosság miatt háttérbe szorult.

A környezetterhelés csökkentésére irányuló erőfeszítések következtében a nagy volumenben keletkező savó hasznosításának továbbra is fennálló problémája indokolja a további kutatásokat.

A géntechnikák rohamos elterjedése a biotechnológiában az eddigi eljárások új útjait tárták elénk, jóllehet a technológiai folyamatok alapjait nem változtatták meg. A jövőben a molekuláris szintű technikák segítségével létrehozott új mikroba törzsek, és a hagyományos biotechnológiai eljárások együttes alkalmazása várható, annak ellenére, hogy az alkalmazott mikroorganizmusok által örökített tulajdonságok esetenként nem stabilak.

1.1. Célkitűzések

Munkánk célja egy tejsavó alapú SCP előállítására alkalmas, üzemi körülmények között is alkalmazható élesztőtörzs kiválasztására irányult. A kiválasztást első lépcsőben a vizsgált törzsek szaporodási tulajdonságai (maximális telepszám $/N_{max}/$, maximális fajlagos szaporodási sebesség $/\mu_{max}/$) alapján végeztük, ezért meg kívántuk határozni azon optimális fermentációs paramétereket, amelyek biztosítják az előbbi mutatók legkedvezőbb értékeit.

Kísérleteink során megvizsgáltuk a fermentációban tápoldatként alkalmazott savó glükóz-, galaktóz-, etanol-, illetve laktóz tartalmát is.

Második lépcsőben a termelési mutatók jelentették a további szelekció alapját, ezért az optimális fermentációs paraméterek alkalmazása mellett meg kívántuk határozni a maximális szárazanyag (X_{max}), és a hozamok (sejttömeg hozamállandó $/dx/dt/$; biomassza hozam $/Y_{x/s}/$) értékeit is.

Az általunk megadott optimális fermentációs paraméterek alkalmazása az új biotechnológiai módszerekkel együtt biztosíthatja az eddig csak ritkán megvalósított gazdaságos SCP előállítást.

2. ANYAG ÉS MÓDSZER

A szakirodalomban közölt adatok alapján két élesztőfajt (*Kluyveromyces marxianus*, illetve *Kluyveromyces lactis*) ítéltünk alkalmasak savó alapú egysejtfehérje előállításra. A két faj vizsgálati céllal megvásárolt öt törzsének (1. táblázat) mindegyike elérhető Magyarországon (közülük 4 magyarországi törzsgyűjteményben), amelyet a későbbi üzemi alkalmazás lehetősége miatt ítéltünk lényegesnek.

1. táblázat A kísérletek során alkalmazott élesztőtörzsek

Élesztőtörzs		Forrás
<i>Kluyveromyces lactis</i>	NCAIM Y 00260	Mezőgazdasági és Ipari Mikroorganizmusok Gyűjteménye, Hungary
<i>Kluyveromyces marxianus</i>	NCAIM Y 00933	
<i>Kluyveromyces marxianus</i> (<i>fragilis</i>)	NCAIM Y 00697	
<i>Kluyveromyces marxianus</i> (<i>fragilis</i>)	NCAIM Y 0463	
<i>Kluyveromyces marxianus</i>	LAF 4	Chr. Hansen, Hørsholm Denmark

Kísérleteinket a Nyugat-Magyarországi Egyetem Élelmiszertudományi Intézetének Akkreditált Élelmiszervizsgáló laboratóriumában (mikrobiológiai patogén labor, illetve analitikai műszeres labor) végeztük.

A kísérleti berendezés egy MX3 automata mintavevővel (New Brunswick, USA) összekapcsolt, 1.25 dm³ hasznos reaktor térfogattal rendelkező BioFlo III. automata vezérlésű batch/continuous fermentor (New Brunswick, USA) volt. Az élesztő szaporítást szakaszos (batch) rendszerben 48 órán keresztül végeztük édes savót (pH 6.3, laktóz tartalma 50 g/dm³) alkalmazva tápoldatként.

A 4 óránként vett mintákból nagyhatékonyságú folyadékkromatográfia segítségével meghatároztuk a tápoldat glükóz, galaktóz, etanol és laktóz tartalmát, valamint megadtuk a szaporodási mutatókat (maximális telepszám /N_{max}/, maximális fajlagos szaporodási sebesség /μ_{max}/). Ez utóbbiak alapján két törzset választottunk ki további egysejtfehérje-előállítási kísérletek céljára, amelynek során a maximális szárazanyag (X_{max}), és a hozamok (sejttömeg hozamállandó /dx/dt/; biomassza hozam /Y_{x/s}/) kerültek meghatározásra.

Mindkét kísérletsorozatot két ismétlésben végeztünk. Az alkalmazott műszereket minden mérés előtt kalibráltuk. A vizsgált paraméterek esetében kapott három párhuzamos adatsort, statisztikai módszerekkel, egy, illetve kéttényezős varianciaanalízissel dolgoztuk fel, az általános lineáris modellt alkalmazva. Az átlagértékek közötti szignifikáns különbségeket Ducan-féle post-hoc módszerrel határoztuk meg, 5% elsőfajú hiba mellett.

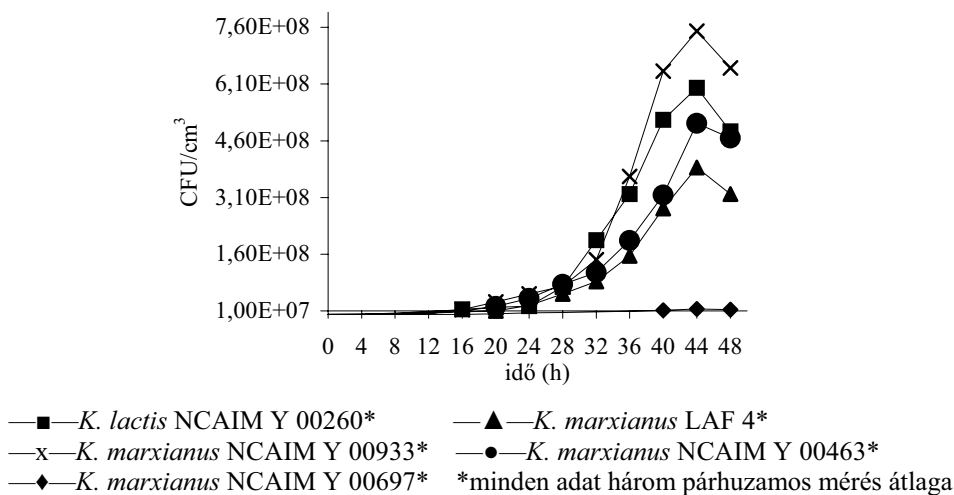
3. EREDMÉNYEK ÉS ÉRTÉKELÉSÜK

3.1. Optimális fermentációs paraméterek

A fermentációs kísérleteket az általunk optimálisnak ítélt 30 °C hőmérsékleten, pH 4.5-en, 300 1/min fordulatszámú keverés, illetve 0.5, 1.0, 1.5, 2.0 VVM (a percenként bejutatott levegő és a reaktor térfogatának hányadosa) levegőztetés mellett végeztük.

3.2. A törzsek szelekciója a termelési mutatók alapján.

3.2.1. A törzsek által elért maximális telepszám (N_{max}) és maximális fajlagos szaporodási sebesség (μ_{max})



1. ábra Szaporodási görbék a vizsgált törzsek esetében

Az 1. ábrán látható, hogy a vizsgált törzsek esetében a folyamat 44. órájában mértük a legmagasabb értékeket.

A telepszámlálások eredményeiből az egyes törzsek maximális fajlagos szaporodási sebessége (μ_{\max}) meghatározható (2. táblázat).

2. táblázat A maximális sejtszámok logaritmusa ($\log N_{\max}$) és a maximális fajlagos szaporodási sebesség (μ_{\max}) értékek az egysejtfehérje-előállítás során

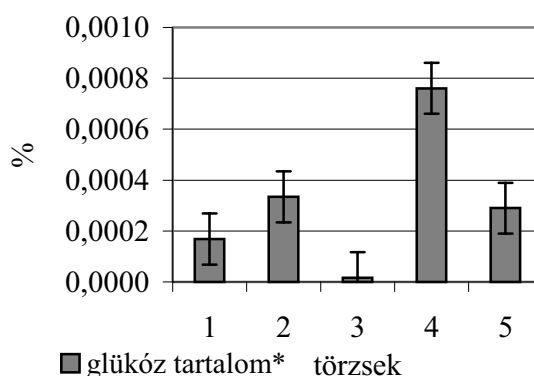
Törzs	$\log N_{\max}^*$ (log CFU/ml)	μ_{\max}^* (1/h)
<i>Kluyveromyces lactis</i> NCAIM Y 00260	8.78 ± 0.04^a	0.217 ± 0.014^a
<i>Kluyveromyces marxianus</i> LAF 4	8.57 ± 0.15^b	0.168 ± 0.006^b
<i>Kluyveromyces marxianus</i> NCAIM Y 00933	8.87 ± 0.08^a	0.163 ± 0.007^b
<i>Kluyveromyces marxianus</i> NCAIM Y 00463	8.67 ± 0.21^b	0.163 ± 0.007^b
<i>Kluyveromyces marxianus</i> NCAIM Y 00697	7.17 ± 0.10^c	0.104 ± 0.007^c

* Az adatok három párhuzamos mérés középértékei \pm standard hiba. ^{abc} az eltérő kitevőjű értékek azonos oszlopon belül szignifikánsan különböznek ($P < 0.05$).

A maximális sejtszámok tekintetében a *K. marxianus* LAF 4, illetve a *K. marxianus* NCAIM Y 00463 törzsek eredményei, szignifikánsan kisebbnek bizonyultak a *K. marxianus* NCAIM Y 00933, valamint a *K. lactis* NCAIM Y 00260 törzsek átlagainál. A *K. marxianus* NCAIM Y 00697 eredménye minden törzshöz viszonyítva szignifikánsan kisebb.

A maximális fajlagos szaporodási sebesség esetében a *K. lactis* NCAIM Y 00260, illetve a *K. marxianus* NCAIM Y 00697 törzsek különböznek szignifikánsan a csoport többi tagjától. Míg az előbbi a vizsgált törzsek átlagánál nagyobb, addig az utóbbi kisebb μ_{\max} értékeket mutatott.

3.3. A tápoldat glükóz tartalma

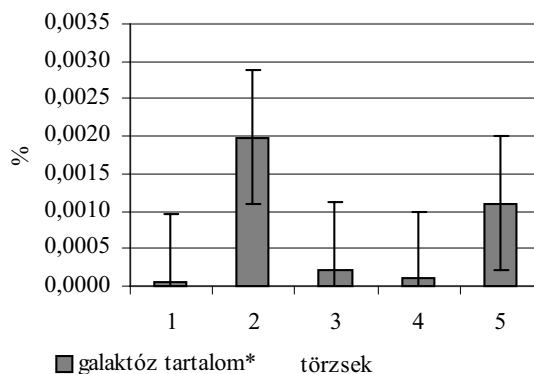


- | | |
|--------------------------------------|-------------------------------------|
| 1 <i>K. lactis</i> NCAIM Y 00260 | 2 <i>K. marxianus</i> LAF 4 |
| 3. <i>K. marxianus</i> NCAIM Y 00933 | 4 <i>K. marxianus</i> NCAIM Y 00463 |
| 5 <i>K. marxianus</i> NCAIM Y 00697 | *három párhuzamos adatsor átlaga |

2. ábra A tápoldat glükóz tartalmának (%) átlagértékei és azok 95%-os konfidencia intervalluma az egysejtfehérje-előállítás végén a vizsgált törzsek esetében

A 2. ábrán látható, hogy a *K. marxianus* NCAIM Y 00463 törzs eredménye mindegyik vizsgált törzs átlagánál szignifikánsan nagyobb volt. A kisebb értékeket mutató törzsek közül a *K. marxianus* LAF 4 és a *K. marxianus* NCAIM Y 00697 törzs átlagai nem különböznek egymástól, viszont szignifikánsan nagyobbak bizonyultak a *K. lactis* NCAIM Y 00260, illetve a *K. marxianus* NCAIM Y 00933 törzsek eredményeinél. $LSD_{95\%} = 0.0009$

3.4. A tápoldat galaktóz tartalma

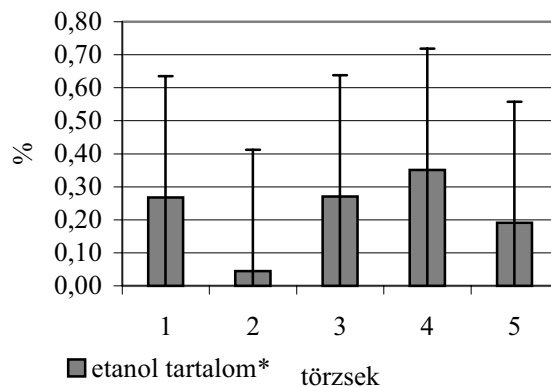


- | | |
|--------------------------------------|-------------------------------------|
| 1 <i>K. lactis</i> NCAIM Y 00260 | 2 <i>K. marxianus</i> LAF 4 |
| 3. <i>K. marxianus</i> NCAIM Y 00933 | 4 <i>K. marxianus</i> NCAIM Y 00463 |
| 5 <i>K. marxianus</i> NCAIM Y 00697 | *három párhuzamos adatsor átlaga |

3. ábra A tápoldat galaktóz tartalmának (%) átlagértékei és azok 95%-os konfidencia intervalluma az egysejtfehérje-előállítás végén a vizsgált törzsek esetében

A 3. ábrán látható, hogy a *K. marxianus* LAF 4 törzs eredménye mindegyik vizsgált törzs átlagától szignifikánsan nagyobbak mutatkozott. A *K. marxianus* NCAIM Y00933 és a *K. marxianus* NCAIM Y 00697 törzs átlagai között nem találtunk szignifikáns különbséget. A *K. lactis* NCAIM Y00260 és a *K. marxianus* NCAIM Y 00463 törzs eredményei a *K. marxianus* LAF 4, illetve a *K. marxianus* NCAIM Y 00697 átlagaihoz viszonyítva szignifikánsan kisebbek voltak. $LSD_{95\%} = 0.001$

3.5. A tápoldat etanol tartalma

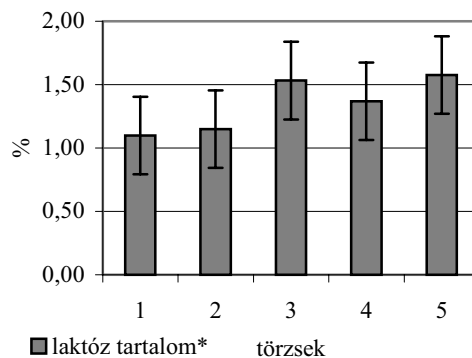


- | | |
|-------------------------------------|-------------------------------------|
| 1 <i>K. lactis</i> NCAIM Y 00260 | 2 <i>K. marxianus</i> LAF 4 |
| 3 <i>K. marxianus</i> NCAIM Y 00933 | 4 <i>K. marxianus</i> NCAIM Y 00463 |
| 5 <i>K. marxianus</i> NCAIM Y 00697 | *három párhuzamos adatsor átlaga |

4. ábra A tápoldat maximális etanol tartalmának (%) átlagértékei és azok 95%-os konfidencia intervalluma a vizsgált törzsek esetében

A tápoldatban mért maximális etanol tartalmak esetében a vizsgált törzsek között nem találtunk szignifikáns különbséget (4. ábra).

3.6. A tápoldat laktóz tartalma



- | | |
|-------------------------------------|-------------------------------------|
| 1 <i>K. lactis</i> NCAIM Y 00260 | 2 <i>K. marxianus</i> LAF 4 |
| 3 <i>K. marxianus</i> NCAIM Y 00933 | 4 <i>K. marxianus</i> NCAIM Y 00463 |
| 5 <i>K. marxianus</i> NCAIM Y 00697 | *három párhuzamos adatsor átlaga |

5. ábra A tápoldat laktóz tartalmának (%) átlagértékei és azok 95%-os konfidencia intervalluma az egysejtfehérje-előállítás végén a vizsgált törzsek esetében

A végső laktóz tartalom átlagértékei esetében (5. ábra) a *K. lactis* NCAIM Y 00260, illetve a *K. marxianus* LAF 4, törzsek átlagai szignifikánsan kisebbnek mutatkoztak a *K. marxianus* NCAIM Y00933, illetve a *K. marxianus* NCAIM Y 00697 törzsek eredményeinél, és nem mutattak szignifikáns különbséget a *K. marxianus* NCAIM Y 00463 törzs átlagához képest. $LSD_{05\%}=0.433$

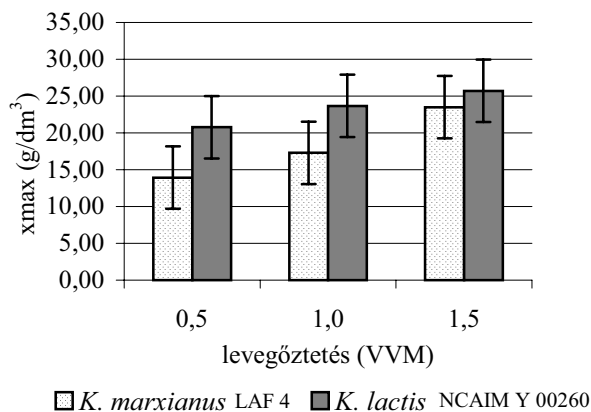
A vizsgálati eredményekből megállapíthatjuk, hogy a törzsek β -galaktozidáz (EC 3.3.2.23, a laktóz bontásáért felelős enzim) aktivitása eltérő. Legmagasabb a *K. lactis* NCAIM Y 00260, illetve *K. marxianus* LAF 4 törzsek esetében, hiszen a folyamat végére az előbbi törzseknél mértük a tápoldat legalacsonyabb laktóz tartalmát. *K. lactis* NCAIM Y 00260 törzs esetében a tápoldat galaktóz tartalma is a legkisebb volt a többi vizsgált élesztő esetében mért értékhez képest, glükóz tartalom tekintetében pedig csak a *K. marxianus* NCAIM Y00933 élesztő esetében mértünk kisebb átlagértéket. Mindezek a legnagyobb maximális fajlagos szaporodási sebességgel ($\mu_{\max}=0.217$ 1/h) összhangban jelzik, hogy szaporodási és enzimaktivitási tulajdonságok tekintetében a *K. lactis* NCAIM Y 00260 törzs a legalkalmasabb egysejtfehérje-előállításra.

Bár a tápoldat maximális etanol tartalma tekintetében a vizsgált törzseknél nem találtunk szignifikáns különbséget a *K. marxianus* LAF 4 törzs esetében mért kis átlagérték jelzi, hogy kevésbé érzékeny az oxigén limitációra, amelyet a többi törzsnél tapasztalt kismértékű diauxiás növekedés is alátámaszt.

3.7. A törzsek további szelektálása a termelési mutatók alapján

A maximális fajlagos szaporodási sebességek (μ_{\max}) alapján a két legjobb eredményt mutató törzset (*Kluyveromyces lactis* NCAIM Y 00260 ill. *Kluyveromyces marxianus* LAF 4) választottuk ki további egysejtfehérje-előállítási kísérletek céljára. Ennek során 30 °C hőmérséklet, pH 4.5, 300 1/min fordulatszámú keverés mellett 0.5, 1.0 és 1.5 VVM-es levegőztetést alkalmaztunk, amelyek meghatározásakor a szakirodalomban közölt adatokat, és a későbbi üzemi szintű alkalmazás lehetőségét is figyelembe vettük.

3.7.1. Maximális szárazanyag (x_{\max})

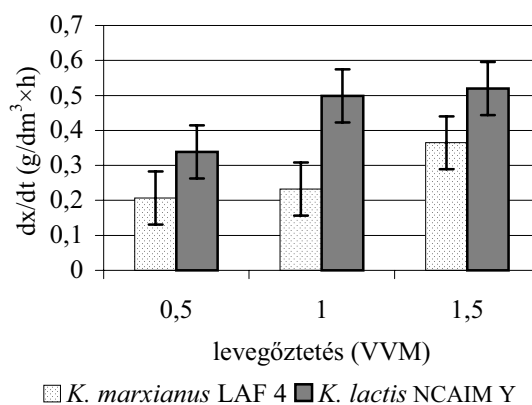


6. ábra A maximális szárazanyag (x_{\max}) értékei és azok 95%-os konfidencia intervalluma

Mind a *K. lactis* NCAIM Y 00260, mind pedig a *K. marxianus* LAF 4 törzs 1.5 VVM-es levegőztetési szinteken szignifikánsan nagyobb értékeket mutattak (6. ábra). Az előbbi törzs a 0.5, az utóbbi pedig a 0.5 és 1.0 VVM-es levegőztetések átlagértékeihez képest ($LSD_{95\%}=4.23$).

Az egyes törzsek, maximális szárazanyag mennyiségére gyakorolt hatását vizsgálva a 0.5 és 1.0 VVM-es levegőztetési szinteken találtunk szignifikáns különbséget a két törzs átlagai között ($LSD_{95\%}=3.45$).

3.7.2. Sejttömeg hozamállandó (dx/dt)

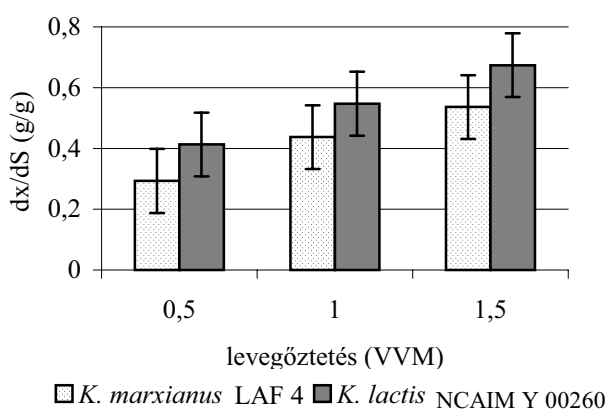


7. ábra A sejttömeg hozamállandók (dx/dt) értékei és azok 95%-os konfidencia intervalluma

A *K. lactis* NCAIM Y 00260 törzs átlagai az 1.0 és az 1.5 VVM-es levegőztetési szinteken szignifikánsan nagyobbak voltak a 0.5 VVM-es levegőztetés esetében meghatározott átlagoknál (7. ábra). A *K. marxianus* LAF 4 törzs pedig az 1.5 VVM-es levegőztetési szinten szignifikánsan nagyobb átlagértékeket mutatott a 0.5 és 1.0 VVM-es levegőztetés esetében számított átlagokhoz képest ($LSD_{95\%}=0.075$).

A törzsek hatását vizsgálva megállapíthatjuk, hogy a *K. lactis* NCAIM Y 00260 törzs átlagértékei mindhárom levegőztetési szinten szignifikánsan nagyobbak voltak ($LSD_{95\%}=0.062$).

3.7.3. Biomassza hozam ($Y_{x/s}$)



8. ábra A biomassza hozamok (dx/dS) értékei és azok 95%-os konfidencia intervalluma

A 8. ábrán látható, hogy a növekvő levegőztetés nagyobb biomassza hozamokat eredményezett. *K. lactis* NCAIM Y 00260 törzs esetében a különbségek minden levegőztetési szinten szignifikánsak voltak. A *K. marxianus* LAF 4 törzs eredményeit vizsgálva az 1.0, illetve 1.5 VVM-es levegőztetési szintek értékei a 0.5 VVM-es szint átlagértékeihez képest mutatkoztak szignifikánsan nagyobbak ($LSD_{95\%}=0.105$).

A törzsek hatását vizsgálva a *K. lactis* NCAIM Y 00260 törzs átlagait mindhárom levegőztetési szinten szignifikánsan nagyobbak találtunk ($LSD_{95\%}=0.068$).

3.8. A vizsgált élesztők oxigén igénye

Az eredményekből megállapíthatjuk, hogy a fermentációk oxigén limitáltak voltak, ezért a vizsgált két törzs esetében a legnagyobb levegőztetési szinten (1.5 VVM) meghatároztuk a légzési sebességet (dc/dt), az eredő folyadékoldali oxigénabszorpciós együttható (K_La), illetve a telítési oxigén

koncentráció (C^*) értékét. Ennek során a mikróbák légzését leíró összefüggésből indulunk ki

$$dC/dt = K_L a \times (C^* - C) - xQ \quad (\text{kg O}_2/\text{m}^3 \times \text{h}) \quad [1]$$

a : térfogategységre jutó anyagátadási felület (cm^{-1})

$K_L a$: eredő folyadékoldali oxigénabszorpciós együttható (h^{-1})

C^* : telítési oxigén koncentráció (mg/dm^3)

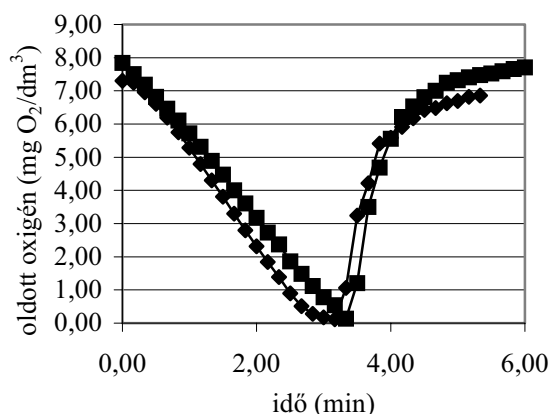
C : aktuális oldott oxigén koncentráció (mg/dm^3)

x : sejttömeg (g)

Q : fajlagos légzési sebesség (h^{-1}).

3.8.1. Dinamikus $K_L a$, meghatározás

A fermentáció során a C nem állandó, jellemző változást mutat, amelynek az idő függvényében történő grafikus ábrázolása megteremti a C^* és $K_L a$ meghatározásának lehetőségét (9. ábra).



- oldott oxigén szintje* *K. marxianus* LAF 4 esetében
- ◆ oldott oxigén szintje* *K. lactis* NCAIM Y 00260 esetében
- *az adatok három párhuzamos mérés átlagai

9. ábra Dinamikus $K_L a$ meghatározás

Mivel a levegőztetés leállítását után $dC/dt = -xQ$, ahol x és Q gyakorlatilag állandó, a görbe leszálló szakasza egyenes, amelynek iránytangense a légzési sebességet adja.

A leszálló ágra meghatározott légzési sebesség (dC/dt) értéke *K. lactis* NCAIM Y 00260 törzs esetében $2.85 \text{ mg O}_2/\text{dm}^3 \times \text{min}$, *K. marxianus* LAF 4 törzs esetében pedig $2.40 \text{ mg O}_2/\text{dm}^3 \times \text{min}$.

Az [1] egyenlet linearizált formájának grafikus ábrázolása után a kapott görbére illesztett egyenes egyenletéből meghatározott $K_L a$ értéke *K. lactis* NCAIM Y 00260 törzs esetén 227 h^{-1} , *K. marxianus* LAF 4 törzs esetében pedig

187 h⁻¹. Az egyenes egyenletébe a dC/dt értékét behelyettesítve a C* értéke megadható, amely *K. lactis* NCAIM Y 00260 törzs esetén 6.63 mg/dm³, *K. marxianus* LAF 4 törzs esetében pedig 7.5 mg/dm³ értéknek adódott.

4. Új tudományos eredmények

1. A *Kluyveromyces lactis* NCAIM Y 00260, *Kluyveromyces marxianus* LAF 4, *Kluyveromyces marxianus* NCAIM Y 00933, *Kluyveromyces marxianus* NCAIM Y 0463, illetve *Kluyveromyces marxianus* NCAIM Y 00697 élesztőtörzsek esetében meghatároztuk azokat az optimális fermentációs paramétereket (hőmérséklet: 30°C, pH: 4.5, keverés fordulatszáma: 300 1/min, illetve 2.0 VVM intenzitású levegőztetés), amelyek az adott törzs esetében az egysejtfehérje előállítás során, biztosítják a maximális élesztő élősejt-számot és maximális fajlagos szaporodási sebességet. Az optimális termelési paraméterek mellett meghatároztuk a fermentálé glükóz-, galaktóz-, valamint etanol tartalmát és megállapítottuk a laktóz átalakítás hatékonyságát.
2. Édes savó alapú szakaszos egysejtfehérje-előállítás során 30°C-os hőmérsékletet, 4.5-es pH-t, 300 1/min fordulatszámú keverést, illetve 0.5, 1.0, 1.5 VVM levegőztetést alkalmazva meghatároztuk a *Kluyveromyces lactis* NCAIM Y 00260, illetve a *Kluyveromyces marxianus* LAF 4 törzsek esetében elérhető maximális szárazanyag produkciót, és biomassza hozamot, valamint a légzési sebességet.
3. Sajtsavó alapú egysejtfehérje előállítására a *Kluyveromyces lactis* NCAIM Y 00260 törzset találtuk a legalkalmasabbnak.

5. Az értekezés témakörében írt tudományos közlemények, előadások**TUDOMÁNYOS KONFERENCIÁKON, ÜLÉSEKEN TARTOTT ELŐADÁSOK (ORAL PRESENTATIONS)****Magyarul**

Kovács, P., Szigeti, J. és **Ásványi, B.** (2003): Savó alapú egysejtfehérje előállítás. OMFB Szakmai beszámoló. Budapest.

TUDOMÁNYOS KONFERENCIA KIADVÁNYOKBAN MEGJELENT ÖSSZEFOGLALÓK (ABSTRACTS)**Magyarul**

Ásványi, B. és Szigeti, J. (2003): Egysejtfehérje előállítására alkalmas élesztők szaporodásának összehasonlítása. MTA ÉKB – KÉKI – MÉTE 312. Tudományos Kollokvium előadásainak rövid kivonata. Budapest, 2003. szeptember. 284, 6.

Ásványi, B. és Szigeti, J. (2002) Tejipari melléktermékek fehérje- és vitamintartalmának dúsítása (Enrichment of protein and vitamin contents in dairy by-products). *XXIX. Óvári Tudományos Napok "Agrártermelés – Életminőség"*. Az előadások és poszterek összefoglaló anyaga, Élelmiszer-tudományi Szekció, Mosonmagyaróvár, 100.

Angolul

Ásványi, B., Bugyi, G., Daróczi, L., Kovács, R., Szigeti, J. és Varga, L. (2003) Growth of yeast strains during batch production of single-cell protein from cheese whey. *1st FEMS Congress of European Microbiologists*. Abstract Book, Ljubljana, 103–104.

Ásványi, B., Kovács, R., Szigeti, J., Varga, L. és Kovács, P. (2003) Selection of *Kluyveromyces* strains for batch production of single-cell protein from cheese whey. *23rd International Specialised Symposium on Yeasts "Interaction Between Yeasts and Other Organisms"*. Book of Abstracts, Budapest, 156.

Kovács, R., Vecseri-Hegyess, B., **Ásványi, B.**, Varga, L., Szigeti, J., Daróczi, L. és Bugyi, G. (2003) Manufacture of honey beer with *Saccharomyces cerevisiae* and *Saccharomyces pastorianus*. *1st FEMS Congress of European Microbiologists*. Abstract Book, Ljubljana, 117–118.

Kovács, R., Vecseri-Hegyess, B., **Ásványi, B.**, Varga, L., Szigeti, J., Daróczy, L. és Bugyi, G. (2003) Suitability of *Saccharomyces cerevisiae* and *Saccharomyces pastorianus* for use in honey beer production. *23rd International Specialised Symposium on Yeasts "Interaction Between Yeasts and Other Organisms"*. Book of Abstracts, Budapest, 188.

Ásványi, B., Szigeti, J. és Varga, L. (2004) Suitability of *Kluyveromyces* spp. for use in single-cell protein production from sweet cheese whey. *American Dairy Science Association – American Society of Animal Science – Poultry Science Association 2004 Joint Annual Meeting*. Abstracts, St. Louis, Missouri: *Journal of Animal Science* **82** (Supplement 1) / *Journal of Dairy Science* **87** (Supplement 1) / *Poultry Science* **83** (Supplement 1) 384.

TUDOMÁNYOS KONFERENCIÁK TELJES TERJEDELEMBEN MEGJELENT ANYAGAI (PAPERS PUBLISHED IN PROCEEDINGS)

Magyarul

Ásványi, B., Szigeti, J. és Varga, L. (2003) Élesztőtörzsek szaporodásának összehasonlítása szakaszos egysejtfehérje-előállítási folyamatban (Comparing the growth of yeast strains during batch production of single-cell protein). *31. Műszaki Kémiai Napok*. Az előadások teljes terjedelemben megjelent anyagai, Veszprém, 295–299.

Ásványi, B., Szigeti, J. és Varga, L. (2004) Savó alapú egysejtfehérje előállítás (Single-cell protein production from cheese whey). *XXX. Óvári Tudományos Napok "Agrártermelés – Harmóniában a Természettel"*. Az előadások és poszterek teljes terjedelemben megjelent anyagai, Élelmiszer-tudományi Szekció, Mosonmagyaróvár, Compact Disc. (Az előadások és poszterek összefoglaló anyaga, Élelmiszer-tudományi Szekció, Mosonmagyaróvár, 102.)

LEKTORÁLT TUDOMÁNYOS KÖZLEMÉNYEK (PEER REVIEWED PAPERS)

Magyarul

Ásványi, B., Szigeti, J. és Varga, L. (2005) A savó, mint tejipari melléktermék élesztőgombákkal történő hasznosítása (Utilization of whey as a dairy byproduct by yeasts). *Acta Agronomica Óváriensis* **47** (2) (közlésre elfogadva).

Ásványi, B., Szigeti, J. és Varga, L. (2005) *Kluyveromyces* törzsek összehasonlítása sajtsavó alapú szakaszos egysejtfehérje-előállítás során (Comparison of *Kluyveromyces* strains in terms of suitability for use in batch production of single-cell protein from cheese whey). *Acta Agronomica Óváriensis* **47** (2) (közlésre elfogadva).

Angolul

Ásványi, B., Reichart, O., Szigeti, J. és Varga, L. (2006) Screening and selection of *Kluyveromyces* strains for use in batch production of single-cell protein from cheese whey. *Milchwissenschaft* **61** (accepted for publication).

TUDOMÁNYOS DOLGOZATOK, DIPLOMADOLGOZATOK, DISSZERTÁCIÓK (THESES AND DISSERTATIONS)

Magyarul

Ásványi B. és Szigeti, J. (2005) Savó alapú szakaszos egysejtfehérje-előállítás. *Diplomadolgozat* Mosonmagyaróvár, 42 pp.