

A „terroir” és a borminőségben
Dr. Magyar Ildikó
SZBI Borászok Szövetsége



BUDAPESTI
CORVINUS
EGYETEM

in caro a nōe remanētia puta semetipsum in phet non i tēp
generatiōis: vniuersalis christiani religio natio cedat aliena
pter hūgariā q̄ volumus in eisdē declarauerit generatiōis
suppinitan pōtis necēssitatē ascribi debere dinoscit. Eūc ne
in hūgariā pōtis ad nobis phetia illorū se quos volumus
in hūgariā pōtis ad nobis phetia illorū se quos volumus
in hūgariā pōtis ad nobis phetia illorū se quos volumus

CORVINUS



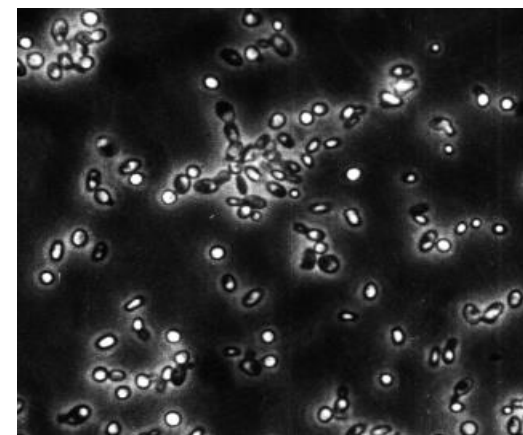
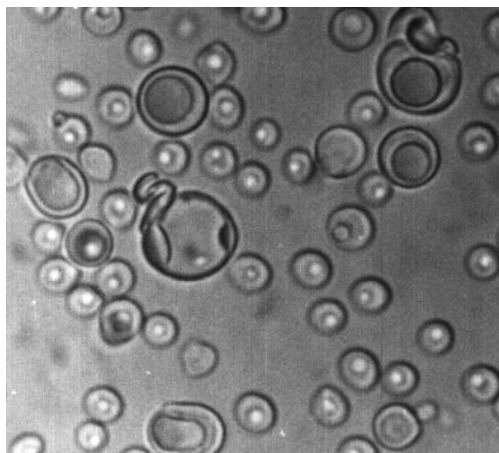
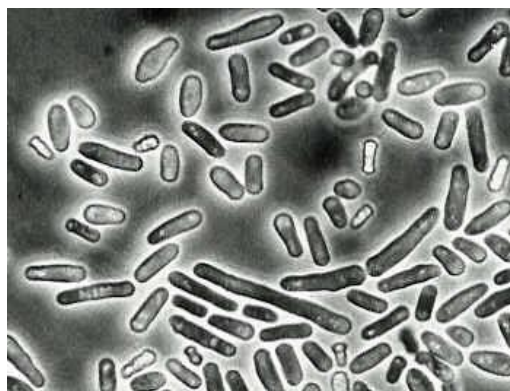
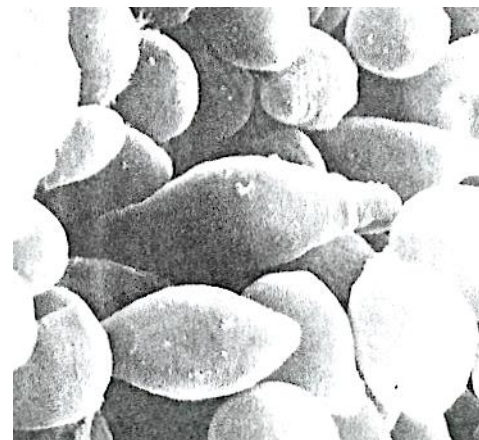
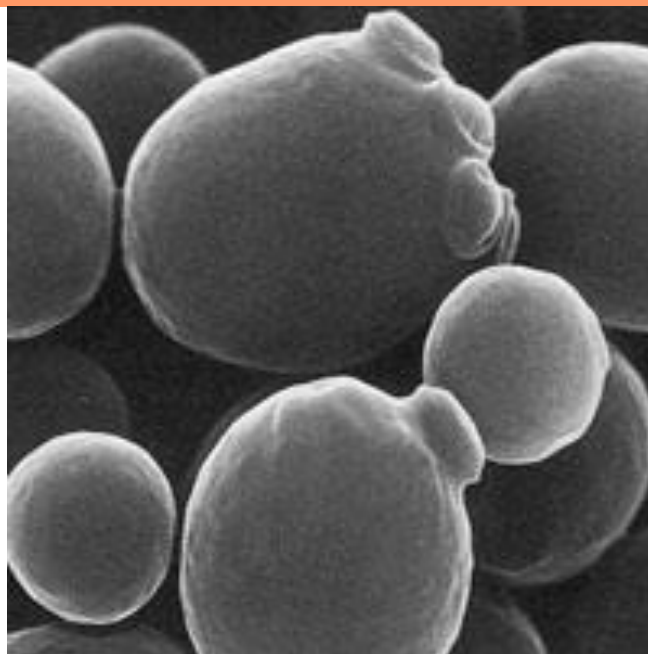
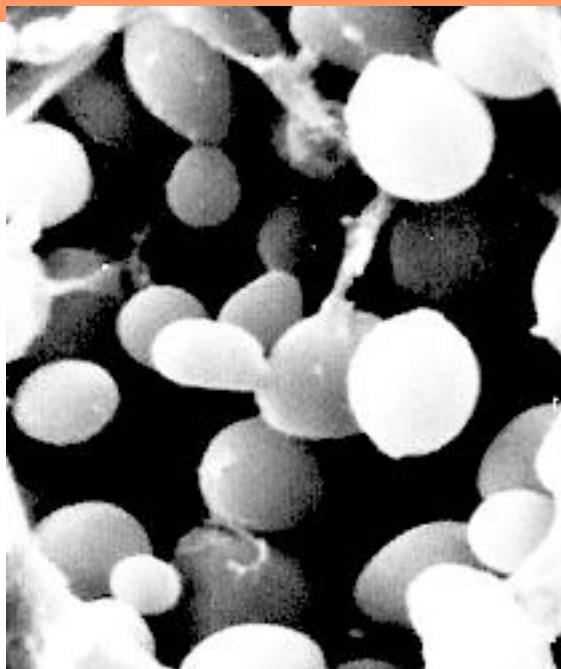
Erjesztési sajátosságok

*A „terroir” élesztők jelentősége
a borminőségben*

Dr. Magyar Ildikó

SZBI Borászati Tanszék

Élesztőgombák

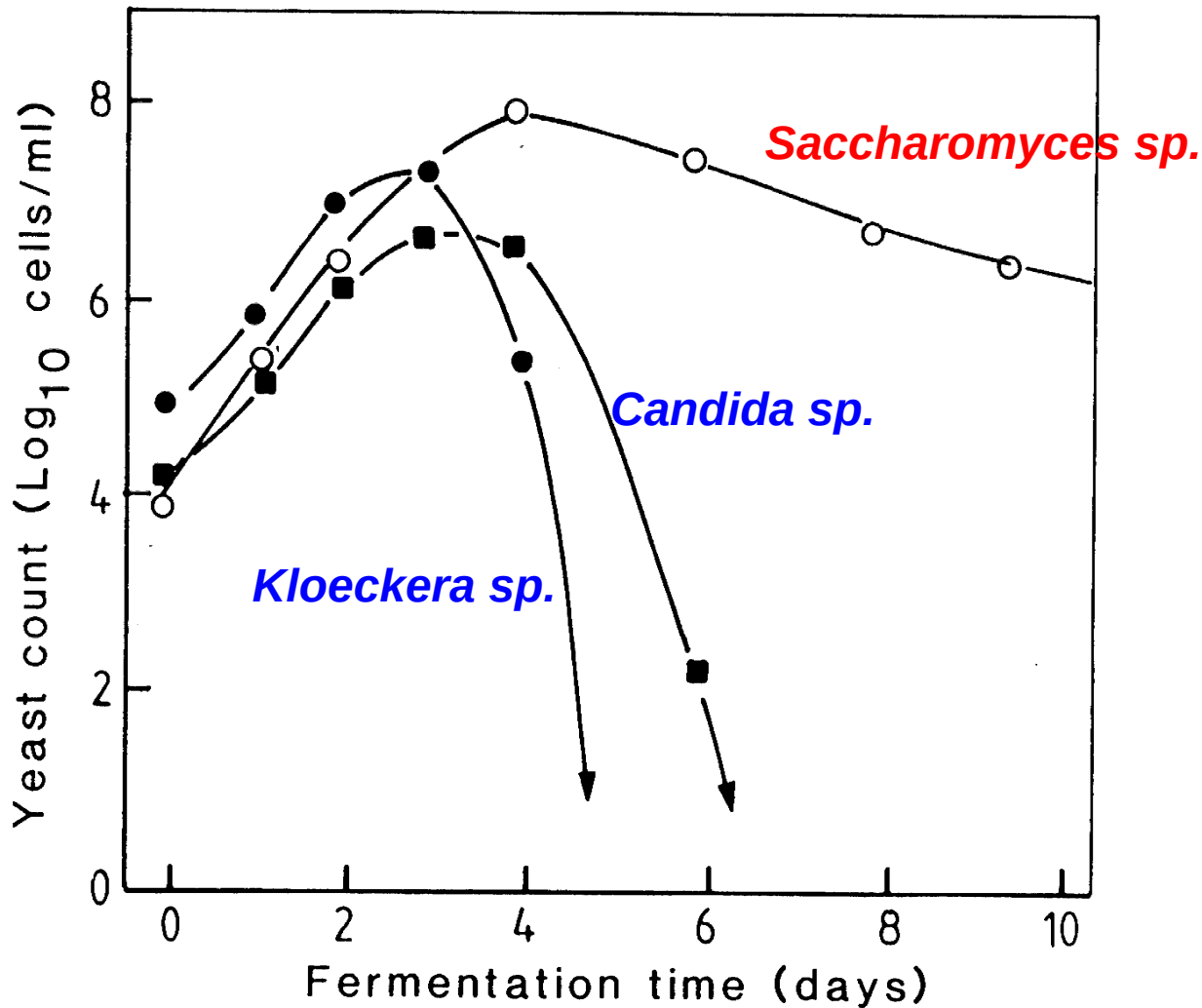


Terroir élesztők

(helyi, autochton élesztők)

- Mindazok a *Saccharomyces* és nem-*Saccharomyces* fajokhoz tartozó törzsek, melyek egy adott borvidéken a helyi környezeti adottságokhoz adaptálódva a **szőlőbogyón és/vagy a pincészetekben**
 - tartósan , nagy számban jelen vannak
 - hosszabb vagy rövidebb ideig részt vesznek a helyi borok spontán erjesztésében
- A bor minőségére gyakorolt hatásuk összetett (pozitív és negatív)

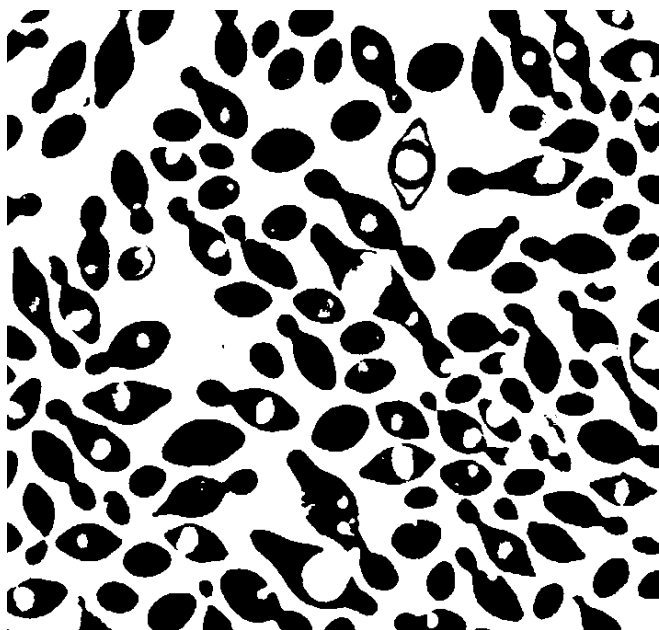
A spontán erjedés általánosított populáció dinamikája (Fleet, 1990)



A szőlőn előforduló fontosabb élesztők: *nem- Saccharomyces* nemzetségek!

1. *Kloeckera/Hanseniaspora* fajok

- Az egészséges szőlő jellemző fajai világszerte
- Domináns fajok a spontán erjedés kezdetén

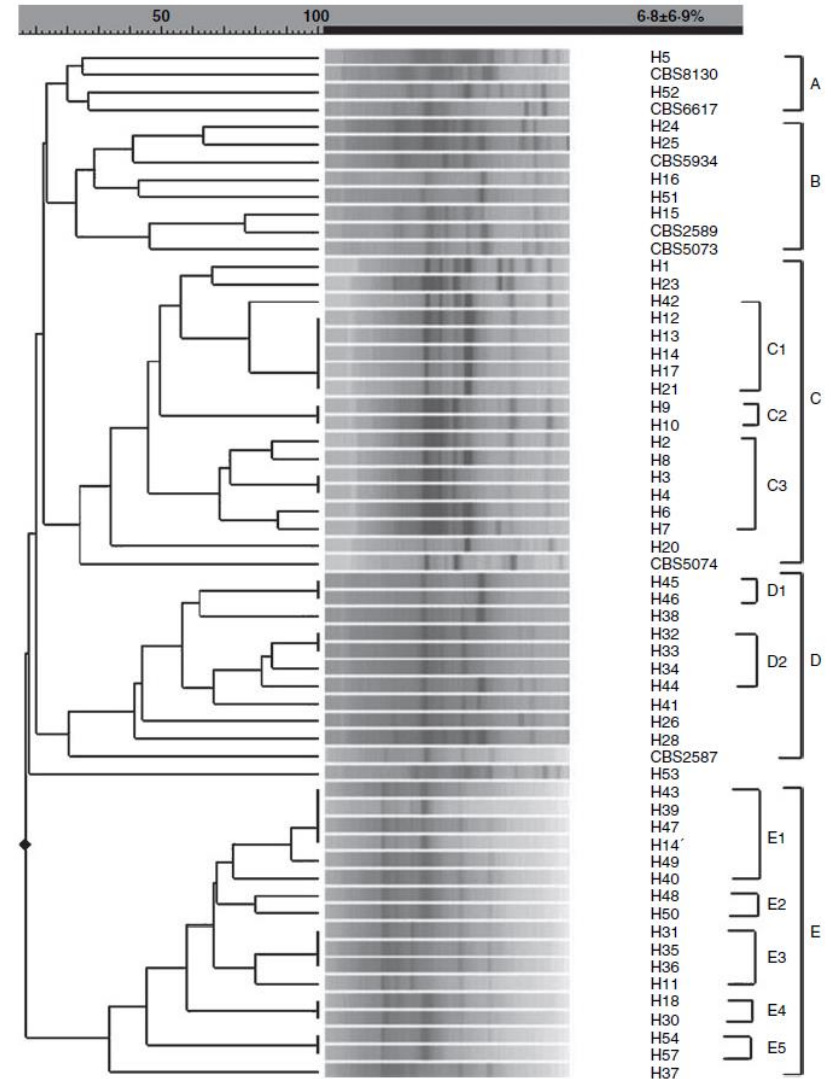


- Bipoláris sarjadzás – citrom forma (apikulátusz élesztők)
- Erjesztőképesek, de rossz alkohol tolerancia- kb. 4-5 %
- Legtöbb törzsük sok illó észtert és ecetsavat termel
- A spontán erjedés gyors megindításában hasznosak
- Egy borvidéken belül is nagy genetikai és fenotípusos változatosság

Mustból izolált *Hanseniaspora uvarum* törzsek változatossága azonos borvidéken, 57 törzs vizsgálata alapján

(Dél-Olaszország, Basilicata, Capece at al.,2005)

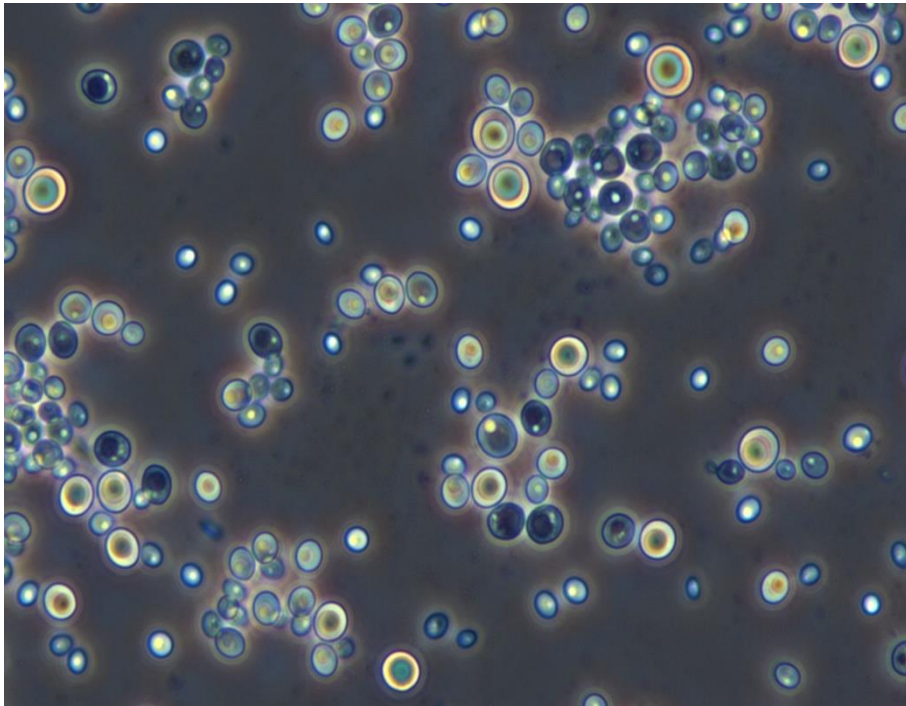
	átlag mg/l	leg- kisebb mg/l	leg-nagy mg/l
Magasabb- rendű alkoholok	84,92	38	173
acetoin	158,88	49	279
ecetsav	2211,67	649	7736
acetaldehid	25	10	93
béta- glükózidáz aktivitás	0,71	0	2,32



UPGMA cluster analysis of 59 *Hanseniaspora uvarum* strains based on RAPD-PCR fingerprints

Szőlőről és a spontán erjedésből gyakran izolálható fajok

2. *Metchnikovia pulcherrima* **(*Candida pulcherrima*)**



- Gyenge erjesztőképessége miatt borászati szerepe **nem jelentős**: spontán erjedésben gyors pusztulás

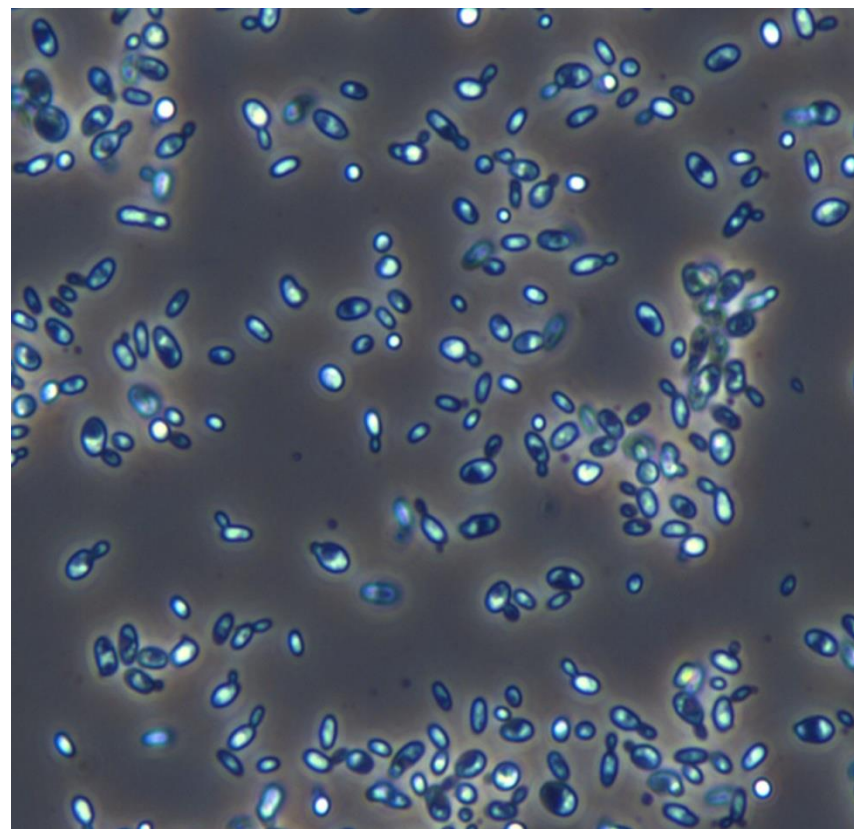
- Nagyon sokféle észtert termel!
- Terpénalkoholok, tiolok felszabadítása (alfa-arabnozidáz aktivitás)
- Jelentős fajon belüli diverzitás!

- Starterkultúraként újabban forgalmazzák- beoltás 2-3 nappal a *S. cerevisiae* **előtt**

3. *Candida zemplinina*, *Candida stellata*

- **Botrítiszes bogyókon domináns**, de az egészségesen is előfordul
- Viszonylag jó alkoholtűrés - hosszabb ideig életben maradhat a spontán erjedésben
- Lassú erjesztés, cukortűrés, hidegtűrés
- Gyenge alkohol képzés, de **jó glicerín** termelés. Savtermelés.
- **Fruktofil karakter!**
- Jelentős fajon belüli diverzitás!
- Speciális aromaanyagokat nem termel
- Kevert starterkultúráként ígéretes

Tokaj fontos terroir élesztőfaja!



Borélesztők:

S. cerevisiae és *S. bayanus*

Honnan kerül a borélesztő a mustba?

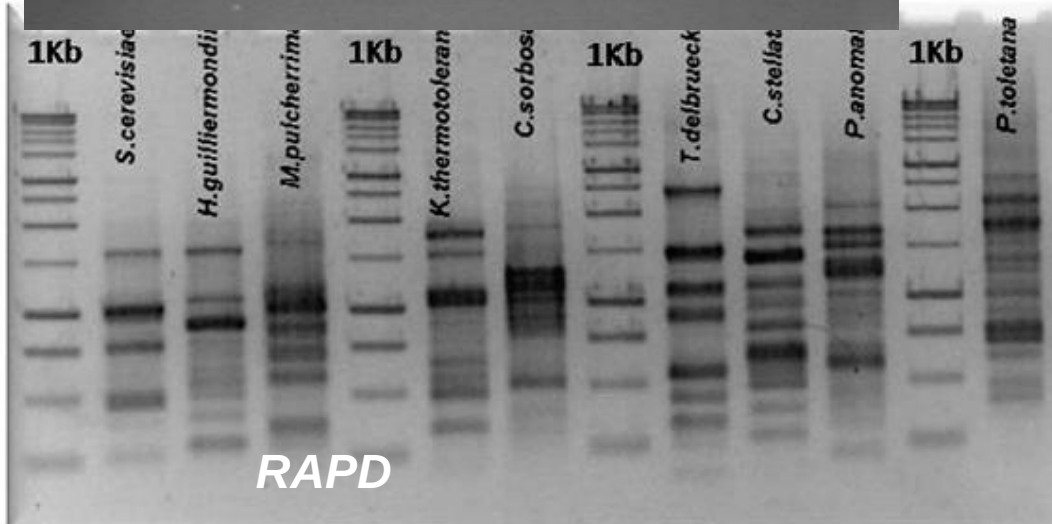
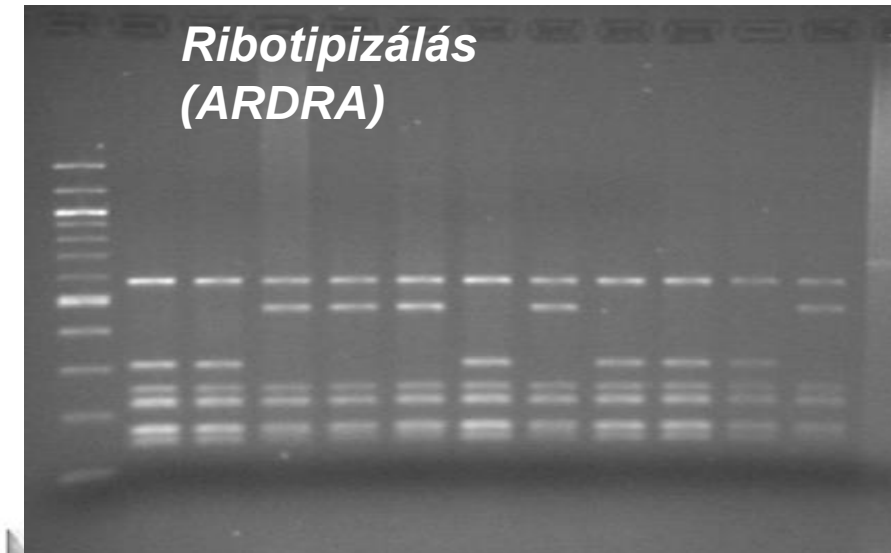
- *Döntően nem a szőlőbogyóról!*
- Spontán erjedésnél
 - a pince saját élesztőflórájából
 - kisselektálódott „helyi” törzs (valódi saját élesztő)
 - korábban használt v. behurcolt és a pincében „megtelepedett” fajélesztő
 - a pincébe betárolt idegen borokból/sűrítményből
 - esetleg az ültetvényből (nagyon kis számban)
- Irányított erjesztésnél
 - kereskedelmi fajélesztő készítményekből
 - a pince saját élesztőflórájából is!

A borélesztő bióta változékonysága

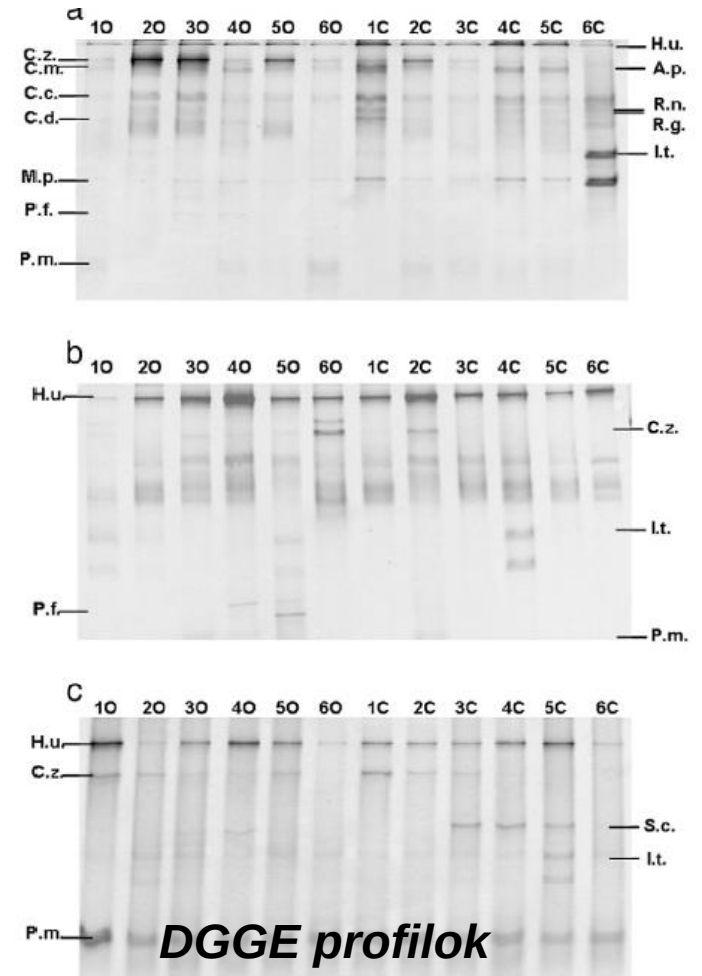
- A *S. cerevisiae* lényegesen gyakoribb a *S. bayanus*nál. Ritkán hibrid törzsek is előfordulnak.
 - A *S. bayanus* általában ritka (hiányozhat is), de egyes borvidékeken nagyon gyakori!-pl. Tokaj
- Minden borvidéken belül nagy genetikai változatosság, főként a *S. cerevisiae* esetén!
- A borvidékek között találhatók jelentős eltérések, de átfedések is!
- Borvidéken belül a pincészeteknek vannak „közös” és különböző, „saját” törzseik is.
- A kereskedelmi törzsek gyakran betelepülnek a pincészet saját élesztő biótájába
 - Részben változatlanul kimutathatók
 - Részben genetikai változásokon átesve és alkalmazkodva „saját” élesztővé válnak

Molekuláris biológiai módszerek az élesztőfajok/törzsek elkülönítésére

Ribotipizálás (ARDRA)



RAPD



DGGE profilok

Fig. 2. DGGE profiles of samples collected from the organic (10–60) and conventional (1C–6C) vineyards at the beginning (a), middle (b) and end (c) of the fermentation. The positions of bands are indicated by abbreviations that correspond to the yeast species revealed. H.u., *Hanseniaspora uvarum*; C.z., *Candida zemplinina*; C.m., *Cryptococcus magnus*; C.c., *Cryptococcus carnescentis*; C.d., *Cryptococcus dimennae*; A.p., *Aureobasidium pullulans*; R.g., *Rhodotorula glutinis*; R.n., *Rhodotorula nothofagi*; I.t., *Issatchenkia terricola*; M.p., *Metschnikowia pulcherrima*; P.f., *Pichia fermentans*; P.m., *Pichia membranifaciens*; S.c., *Saccharomyces cerevisiae*.

***S. cerevisiae* és *S. bayanus* törzsek genetikai sokfélesége 6 ausztriai pincészetben - 4 borvidéken, spontán erjedés során (Lopandic et al. 2008)**

Genetikai diverzitás:

S. cerevisiae - Összesen **181** izolátumból

153 törzs 13 genotípusba sorolható

28 törzs egyedi genotípussal rendelkezik

S. bayanus – összesen **11** törzs 8 genotípusba sorolható

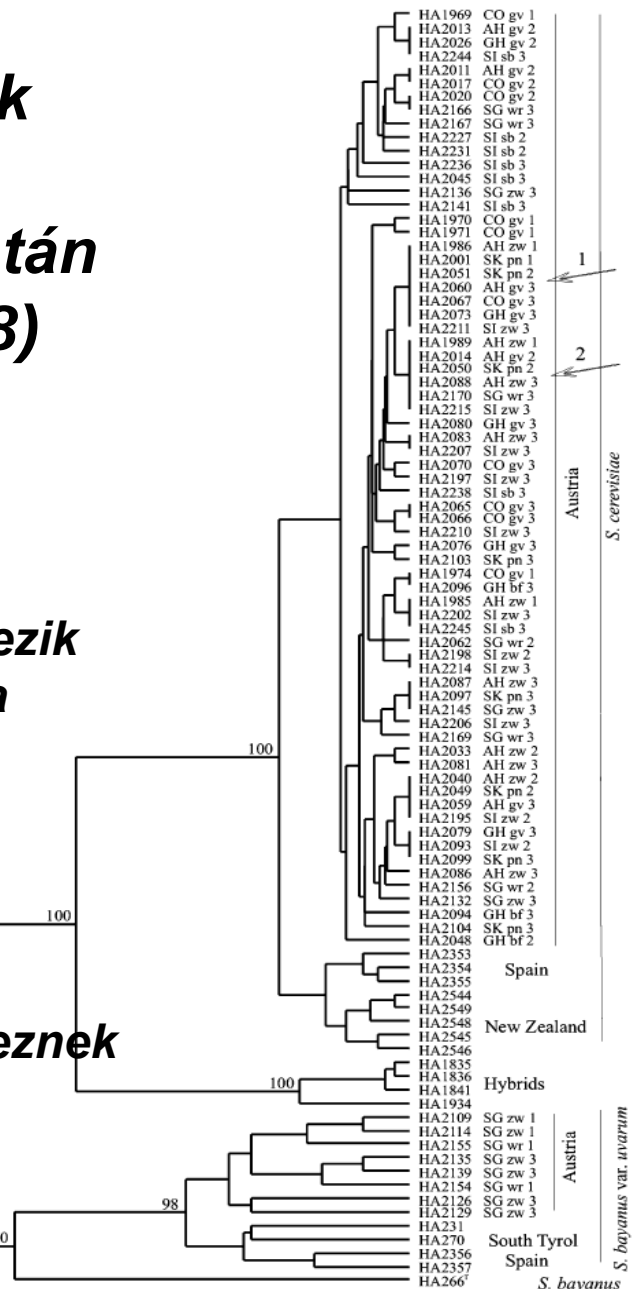
Előfordulás a pincészetekben:

- A törzsek kb. 30 %-a (2 genotípus) minden pincészetben előfordult („közös” törzsek).
- A pincészetek egyedi törzsekkel is rendelkeznek
- Szőlőfajtától nem v. kevésbé függ

Kereskedelmi starterrel való egyezést nem vizsgálták (de nem zárták ki)

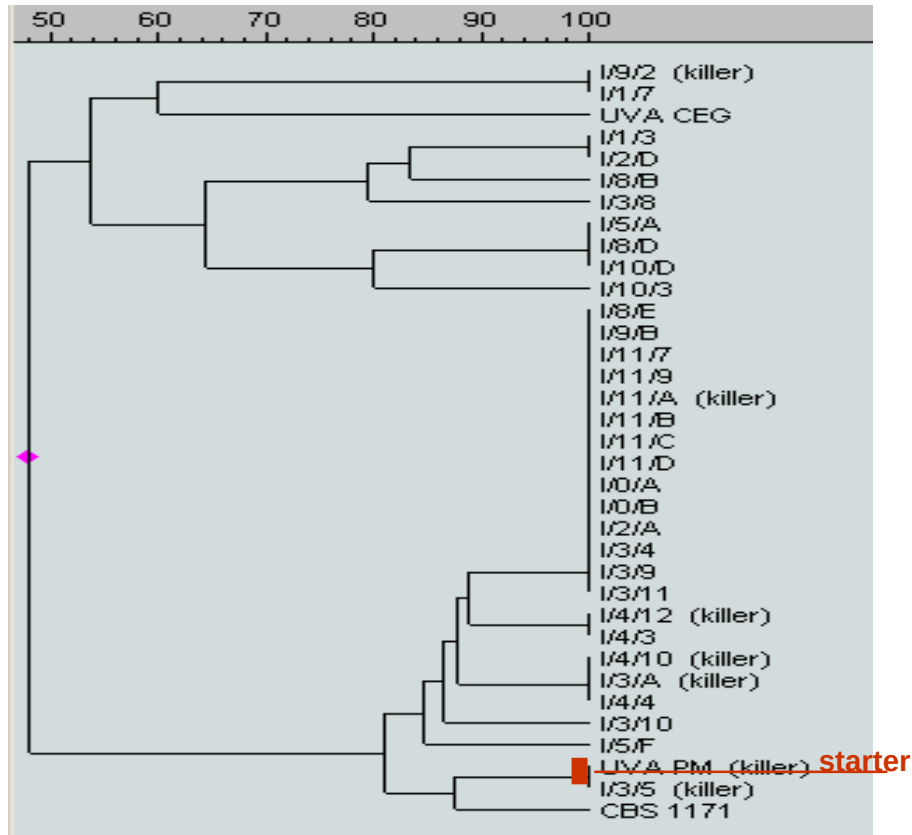
— 1 change

Hasonlóság AFLPmintázat alapján



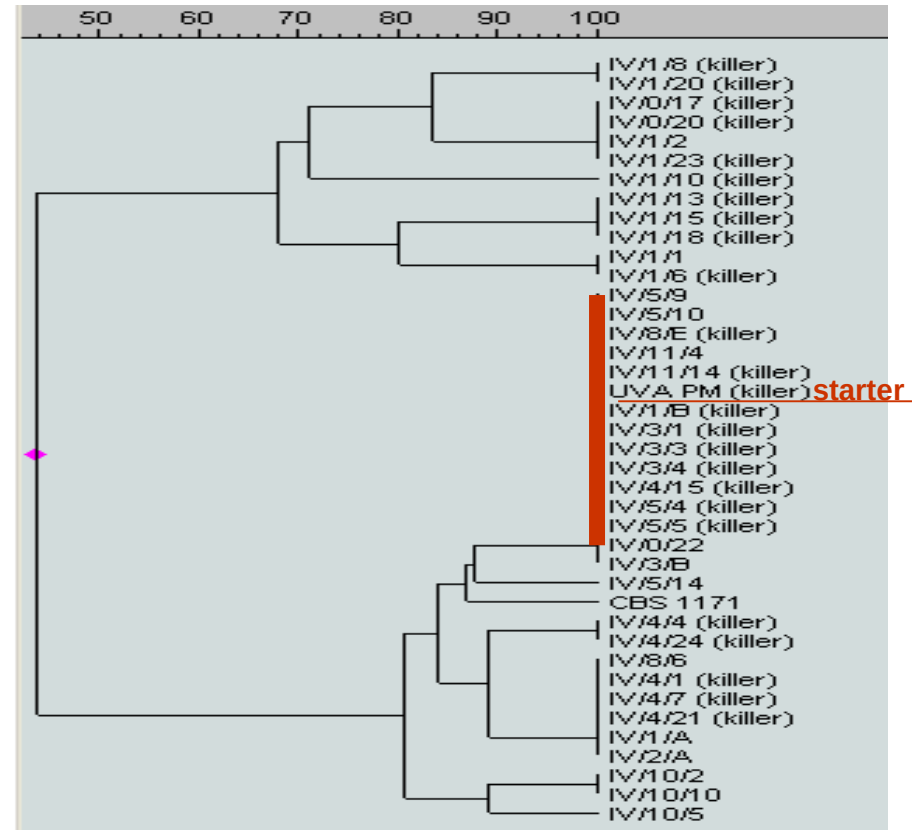
Spontán erjedő tokaji aszúborból izolált *S. cerevisiae* törzsek genetikai változatossága különböző aszúáztatási módszerek esetén (Pomázi et al., 2003)

A, áztatás **spontán** erjedő musttal



A helyi törzsek mellett az üzemben (más borhoz) használt starter is megjelenik!

B, áztatás **starterkultúrával** erjesztett borral

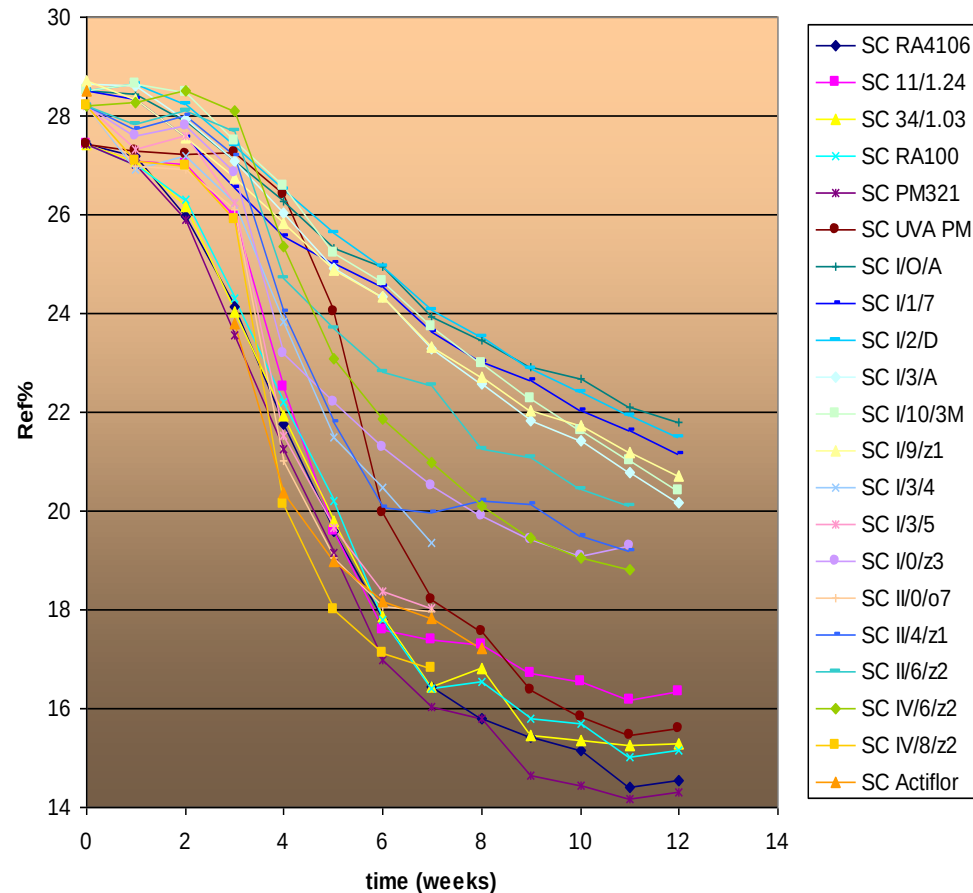


Az alapborból származó starter mellett számos helyi törzs is megjelenik!

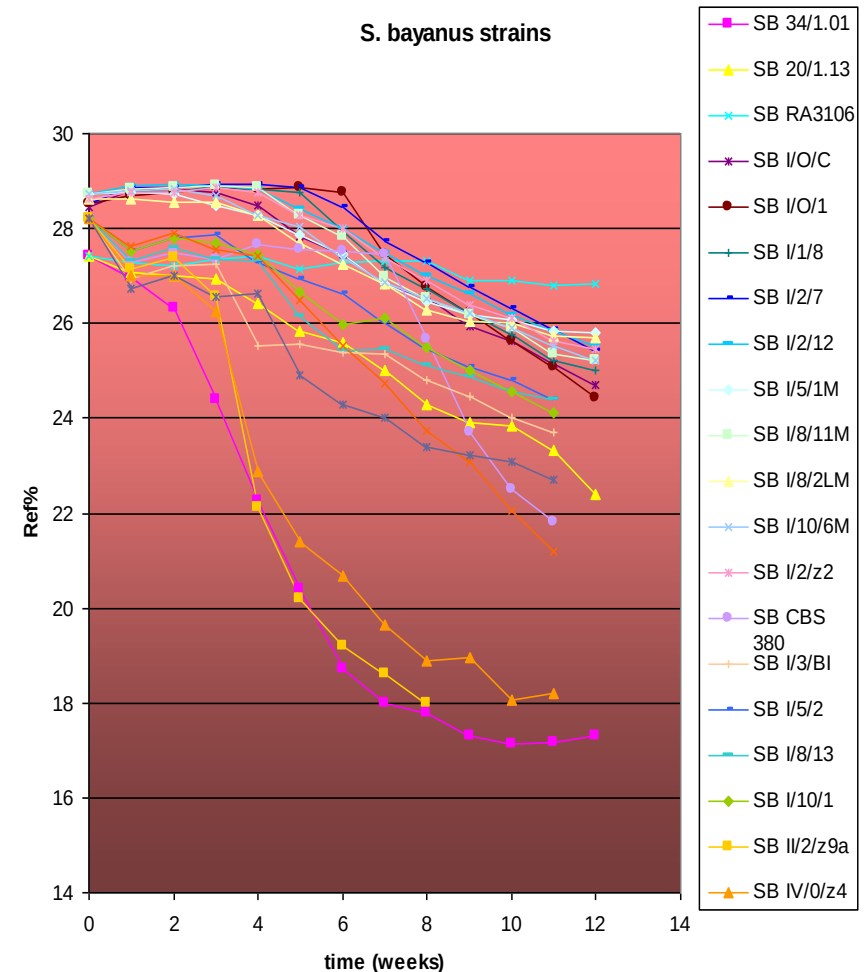
Az alkoholos erjedés dinamikája tokaji aszúborban, helyi *S.cerevisiae* és *S. bayanus* izolátumokkal végzett beoltás után (15 °C-on)

Brix

S.cerevisiae strains



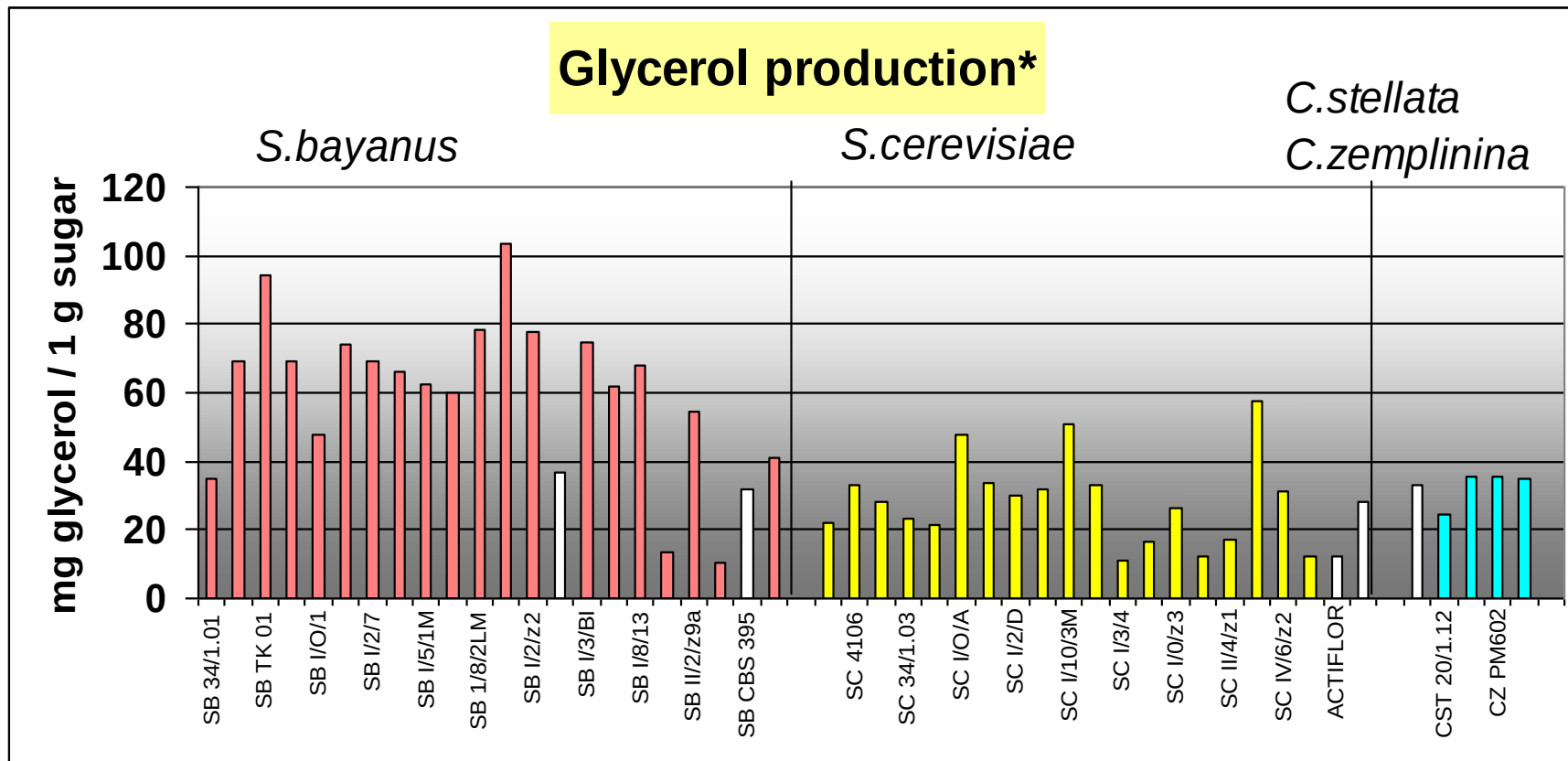
S. bayanus strains



Borászati Tanszék

Erjedési melléktermékek

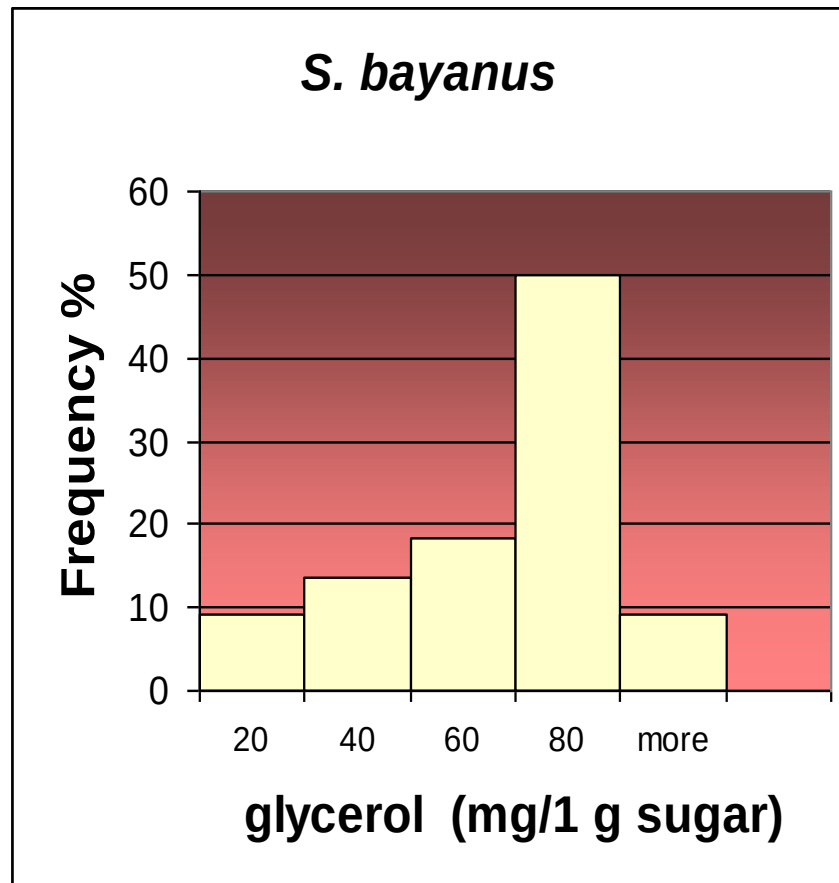
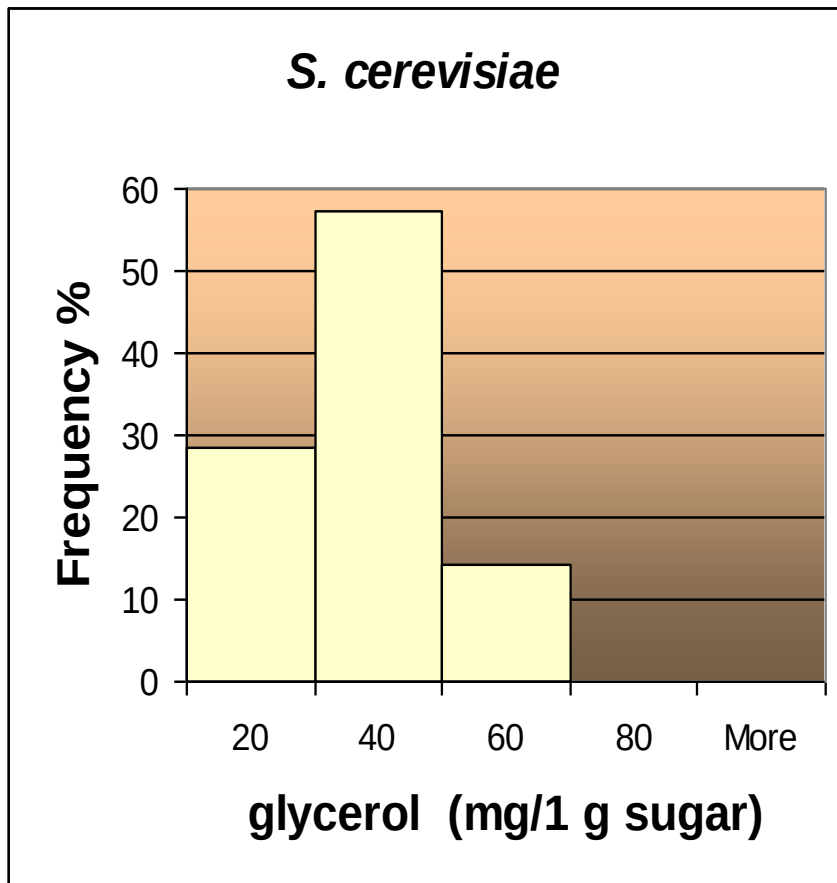
Glicerín



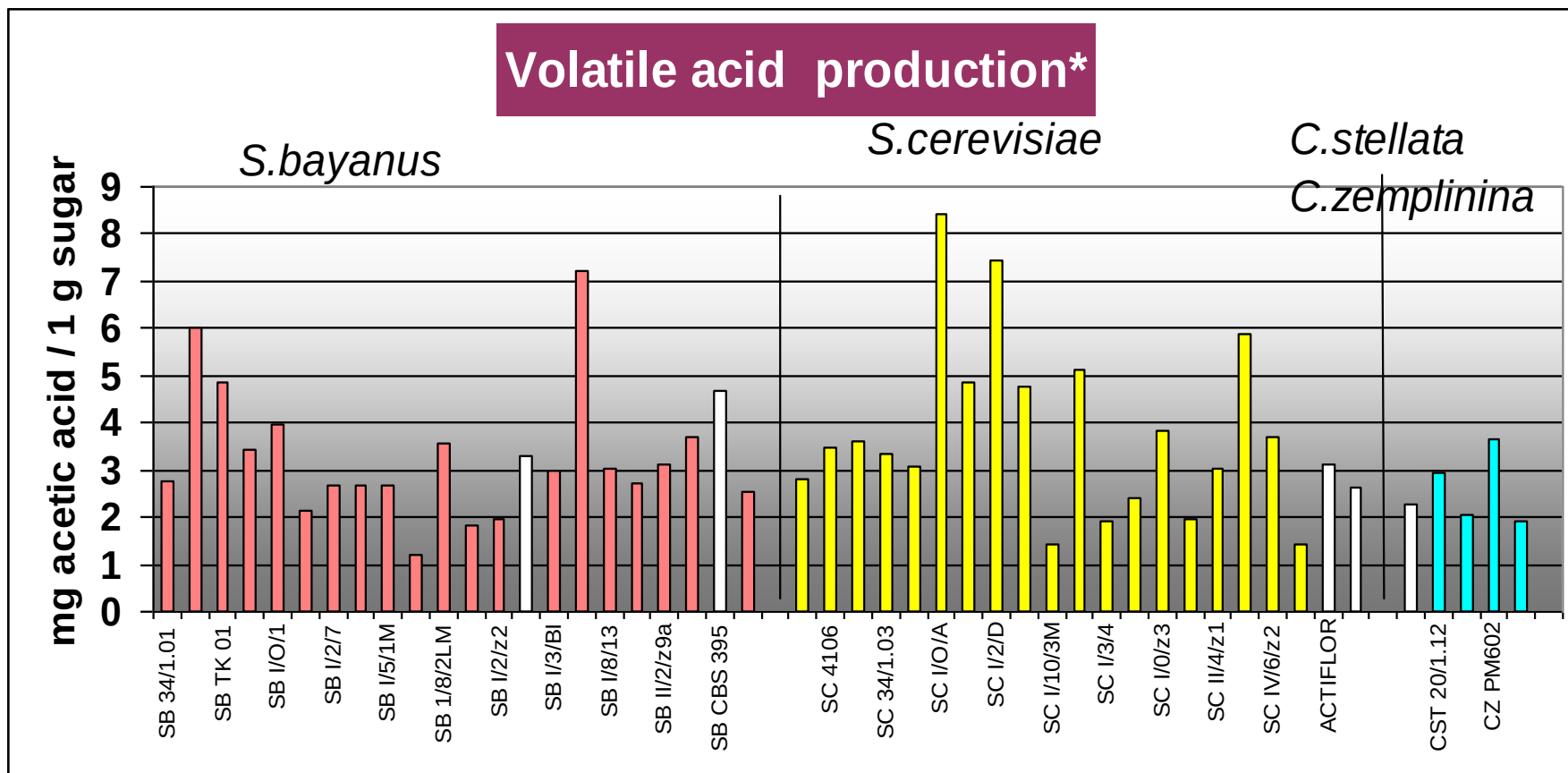
***Yields of glycerol on fermented
sugar**



A **glicerín termelés** gyakoriság-eloszlása tokaji *S. cerevisiae* (n= 72) és *S. bayanus/uvarum* (n=39), izolátumok esetén, aszúerjesztés során

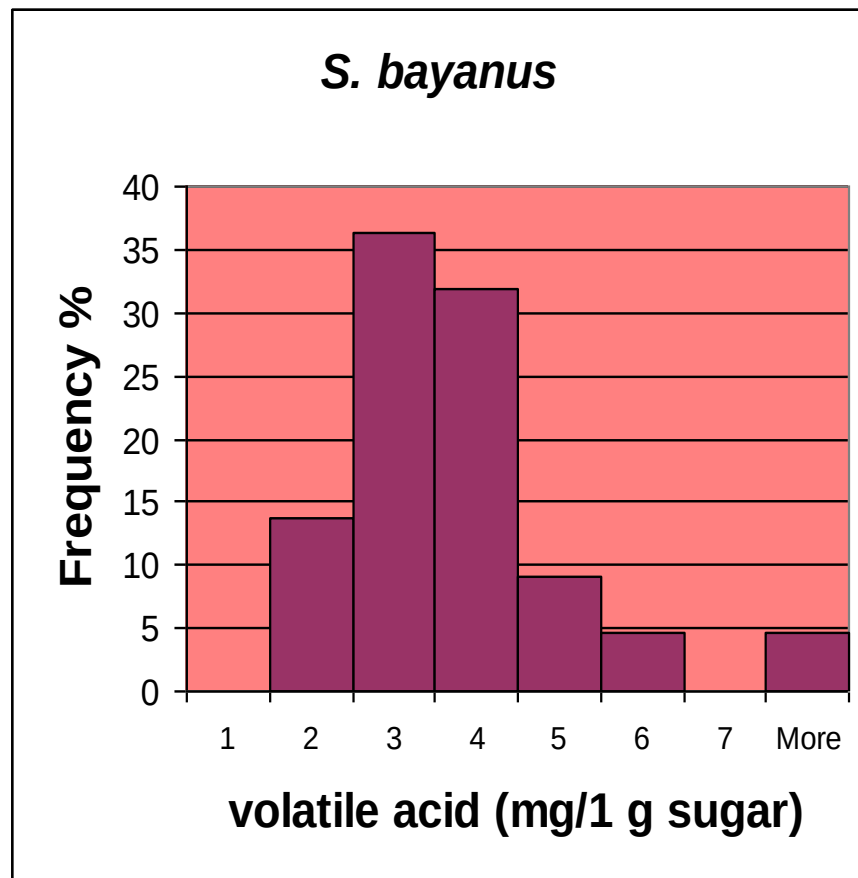
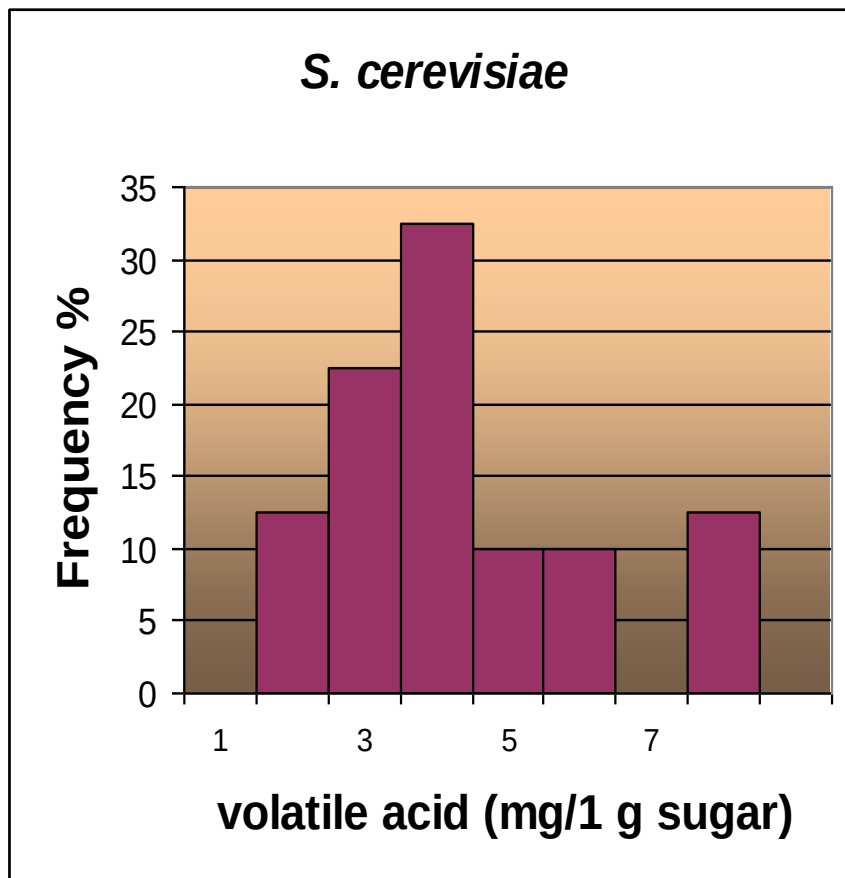


Illósav



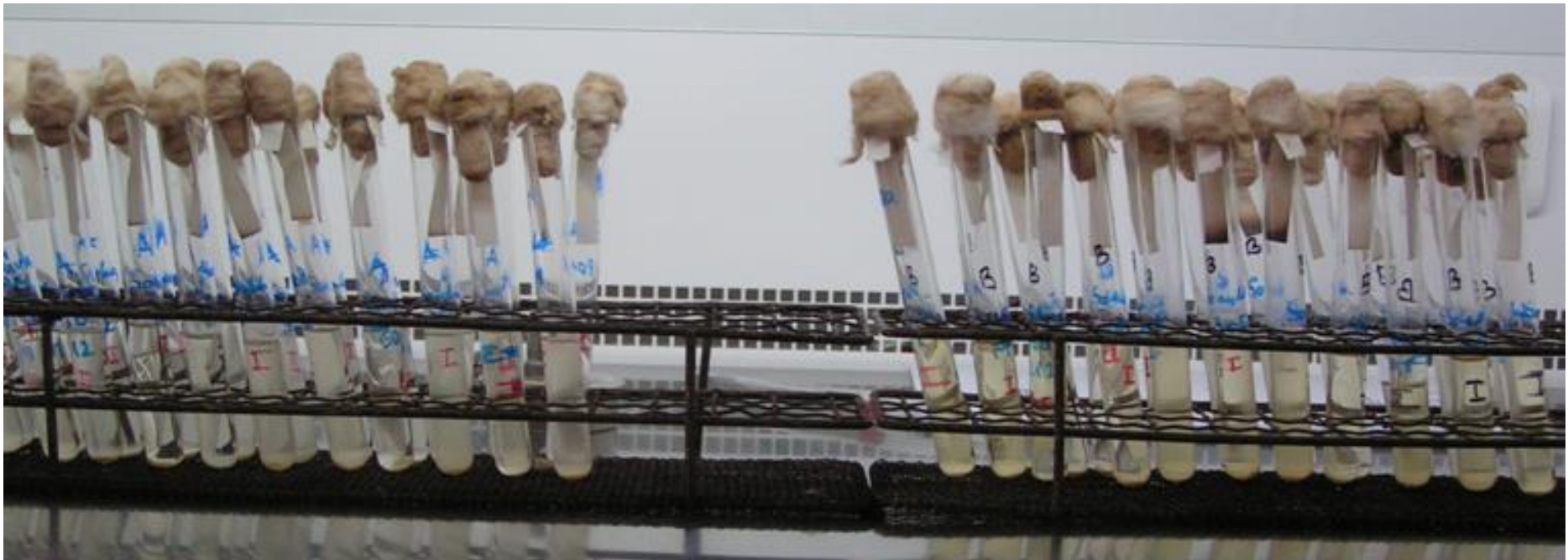
****Yields of acetic acid on fermented sugar***

Az **illósav termelés** gyakoriság-eloszlása tokaji *S. cerevisiae* (n= 72) és *S. bayanus/uvarum* (n=39), izolátumok esetén, aszúerjesztés során



Kéndidrogén képzés

Genetikailag változó tulajdonság! A helyi törzsek között előfordulnak szulfid termelők



A helyi mikrobióta összetételét befolyásoló tényezők

- Szőlő mikrobiótájára hat (elsősorban **vadélesztőkre**)
 - Évjárat
 - Egészségi állapot
 - Időjárás
 - Növényvédelem
- Borászati üzem mikrobiótájára hat (**Saccharomyces** törzsek összetételére)
 - Évjárat kevésbé
 - A pincészet kora
 - Kereskedelmi starterkultúra alkalmazása
 - Vásárolt anyagok (pl. bor, sűrítmény) és használt eszközök (pl. fahordó)

A spontán erjedés (helyi élesztők) értékelése

- **Előnyök**
 - A vadélesztők (*nem-Saccharomyces* fajok) hosszabb ideig, jelentősebben hozzájárulnak a bor aromájához – jó helyi törzsek esetén **komplexebb** bor
 - A helyi *Saccharomyces*ek aromatermelése **egyedibb** lehet
 - A fruktofil fajok kedvezően befolyásolják a G:F arányt
 - A terroir élesztők alkalmazása **marketing** értékű!
- **Hátrányok/ kockázatok:**
 - Lassan indul be, főként tisztított mustban – oxidáció
 - Éles musttisztítást nem lehet alkalmazni
 - Kiszámíthatatlan dinamika
 - Nagyobb a hibás erjedés veszélye (káros vadélesztő fajok, tejsavbaktériumok)
 - Genetikailag hibás *Saccharomyces* is felszaporodhat
 - Nagyobb az elakadás veszélye

Saját élesztő(k) alkalmazása
starterkultúráként

Törzsszelekció

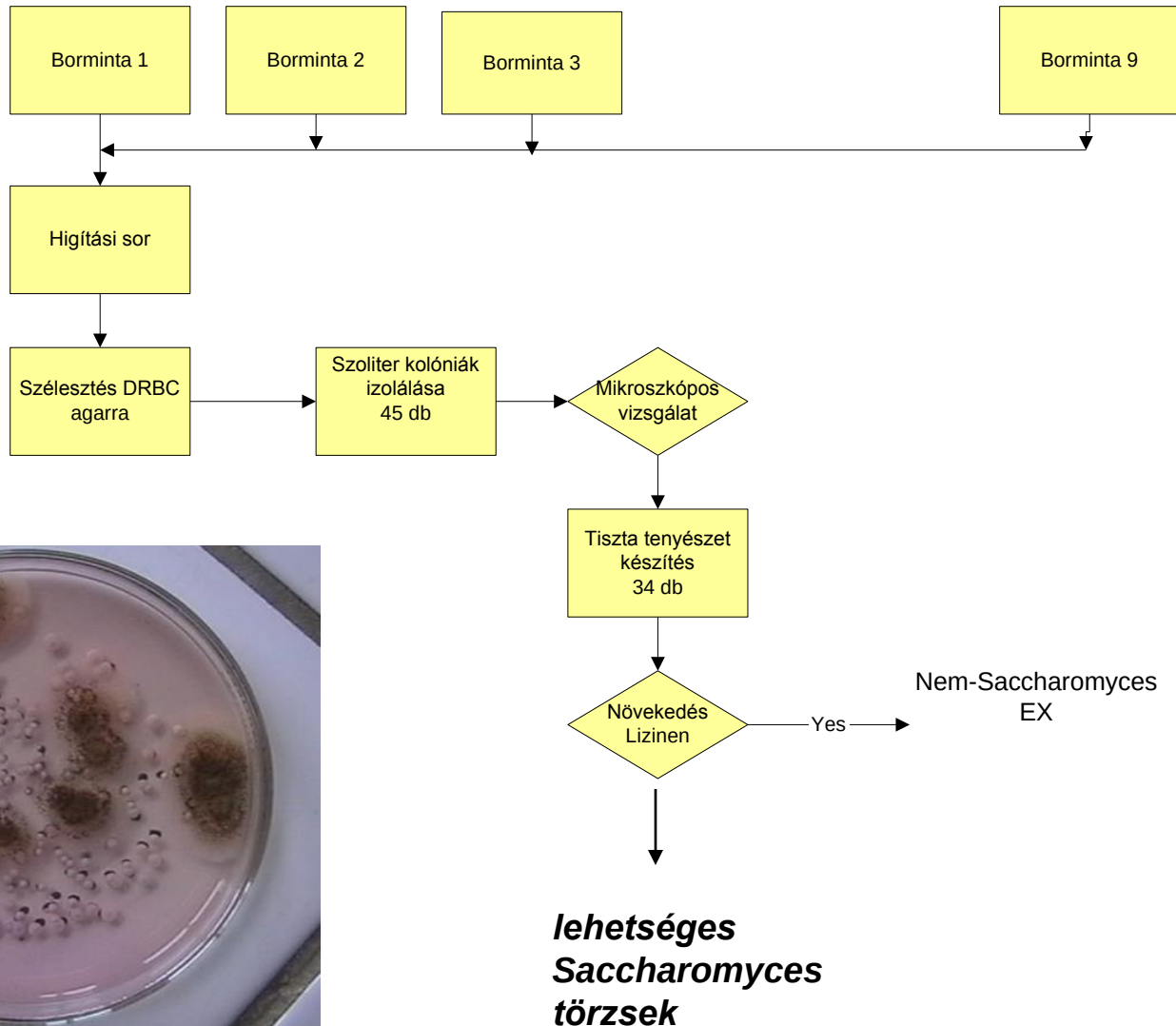
302

701

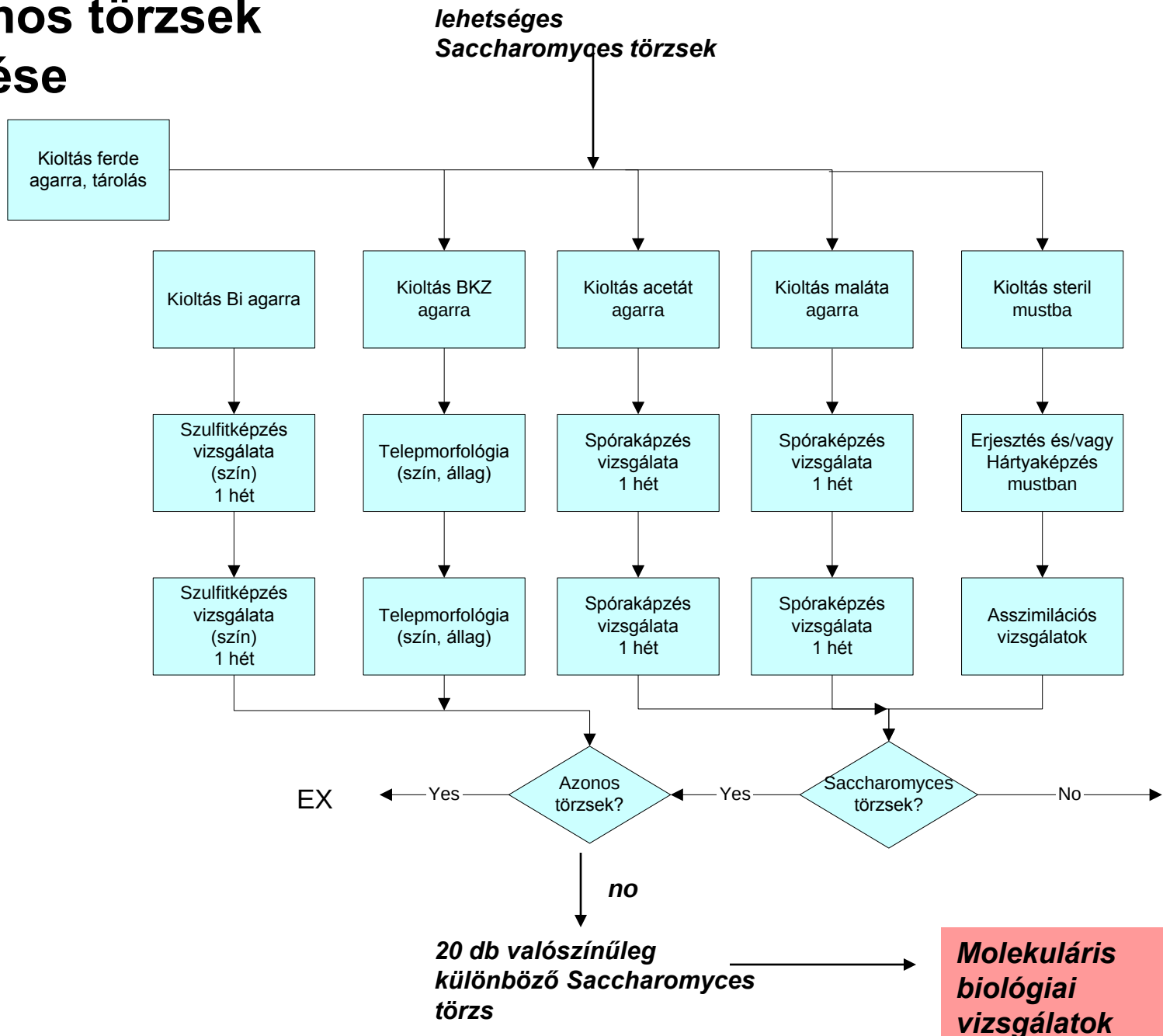


Élesztő szelekció lépései

1. Izolálás, vadélesztők kiszűrése

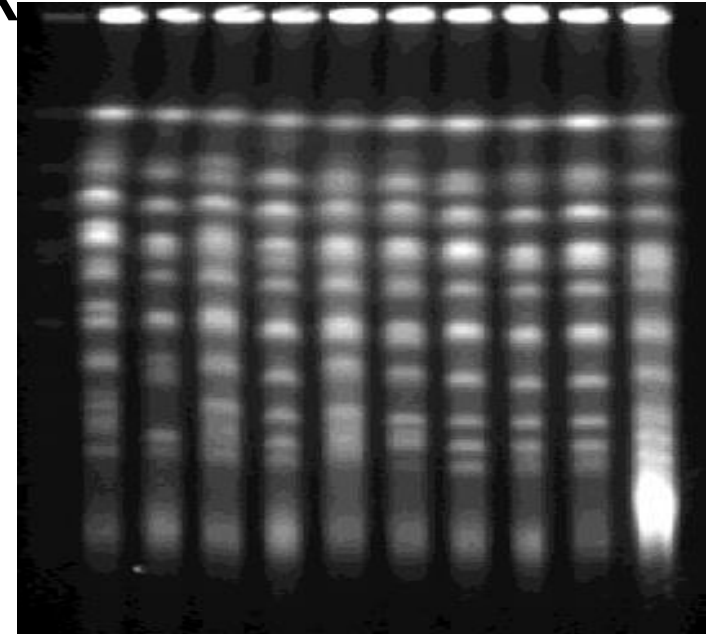


2. Azonos törzsek kiszűrése



3. Molekuláris biológiai vizsgálatok

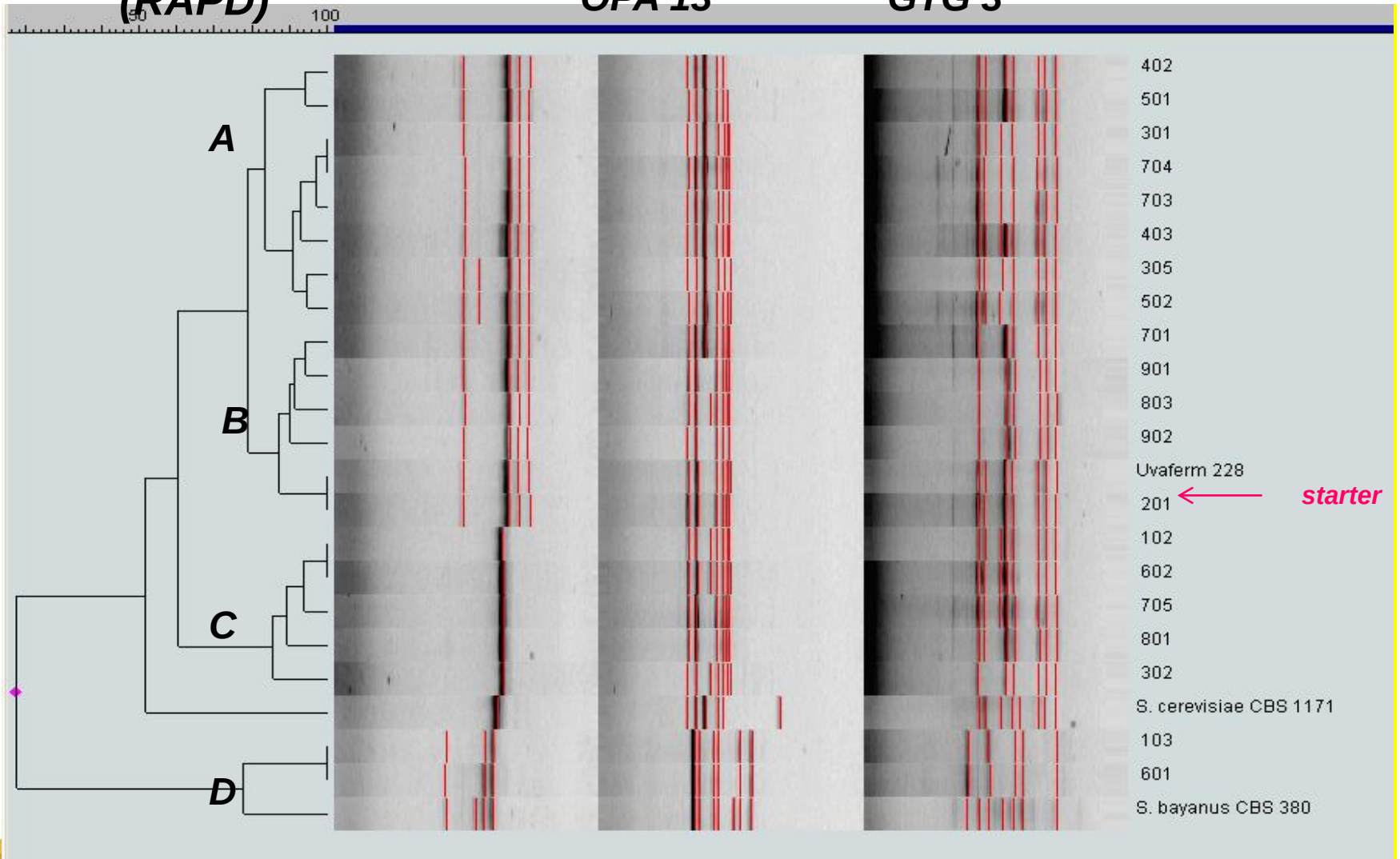
- Molekuláris tipizálással (pl. RAPD) meghatározni és kizárni az ismétlődő, azonos törzshöz tartozó izolátumokat (klónokat)
- Molekuláris identifikációs módszerrel (pl. ribotipizálás) meghatározni, hogy az izolátumok a *Saccharomyces sensu stricto* csoporton belül mely fajhoz tartoznak (*S. cerevisiae* vagy *S. bayanus*?)
- Feltárni a kereskedelmi starterrel való szoros rokonságot: **kereskedelmi starter kizárása!**



Spontán erjedő somlói borokból izolált Saccharomyces törzsek összesített dendrogramja (RAPD)

OPA 13

GTG 3



4. Borászati tulajdonságok vizsgálata laboratóriumi erjesztésekben

- erjedési dinamika
- alkoholtermelés
- erjedési melléktermékek
 - illósav
 - glicerín
 - acetaldehid
 - kénhidrogén
 - Kéndioxid
- habzás
- ülepedés



5. Mikrovinifikációs kísérletek
analitikai és
érzékszervi értékelés

6. Üzemi kísérletek
analitikai és **érzékszervi** értékelés

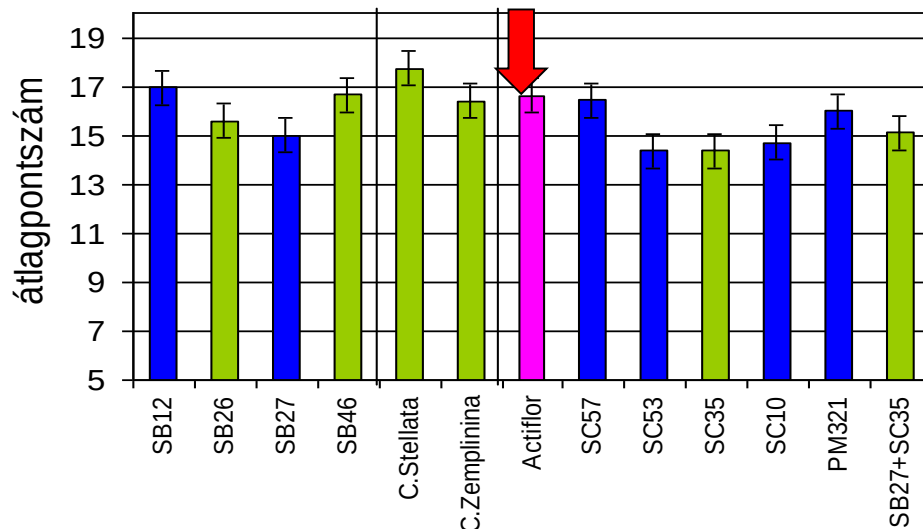


7. Starter jelöltek genetikai stabilitásának vizsgálata

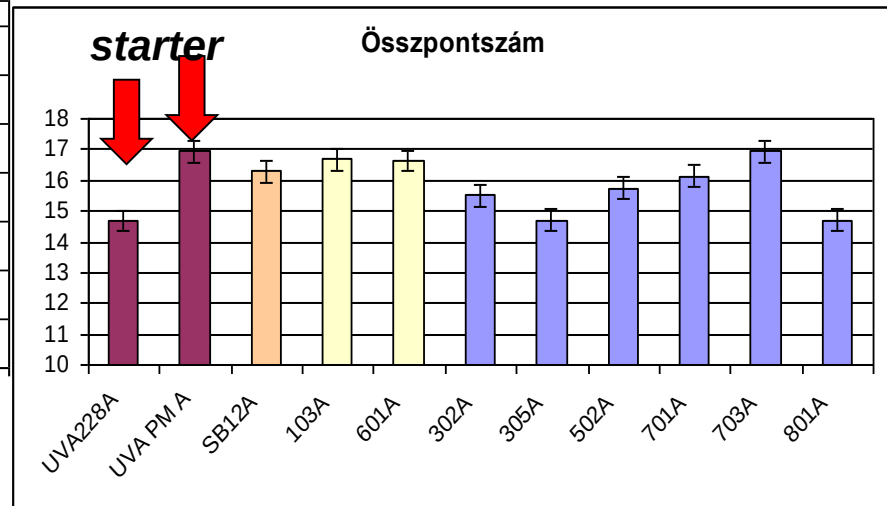
8. Szelektált törzs(ek) fenntartása, felszaporítása, (szárítása?)

Szelektált helyi borélesztők érzékszervi értékelése kereskedelmi törzshöz (↓) viszonyítva (példák különböző törzsszelekciós kísérletekből).

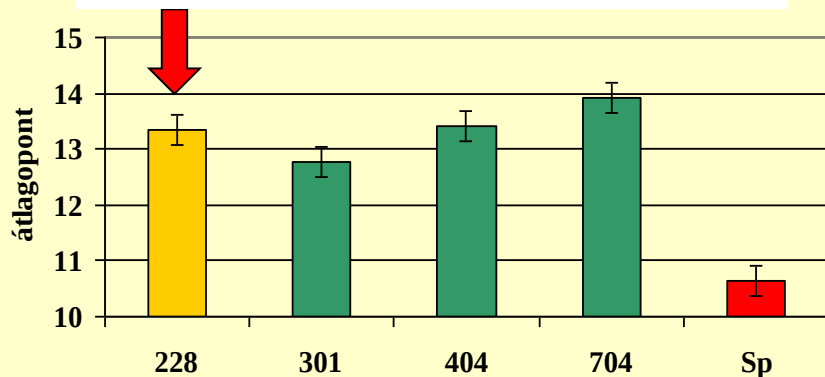
Tokaji aszú, 2004



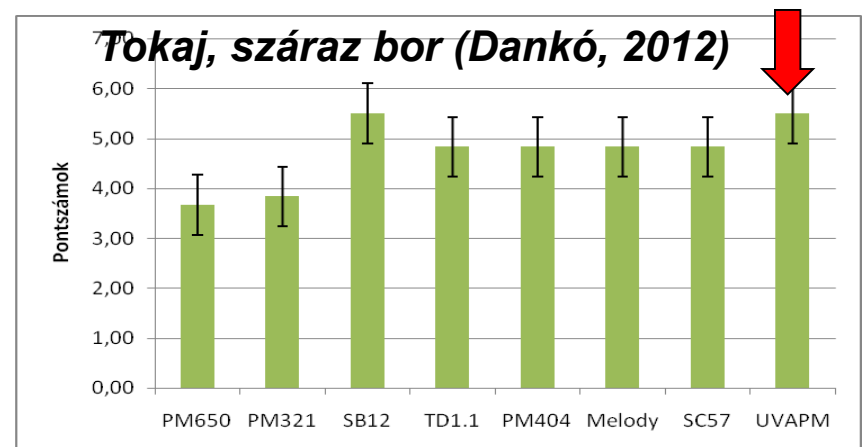
Somló, száraz bor, 2008



Etyek, száraz bor (Csernus 2008)



Tokaj, száraz bor (Dankó, 2012)





***A beoltott
starterrel a helyi
törzsek
versenyben
maradhatnak az
erjedés végéig!***

Saját élesztő - starterkulturaként

Következtetések

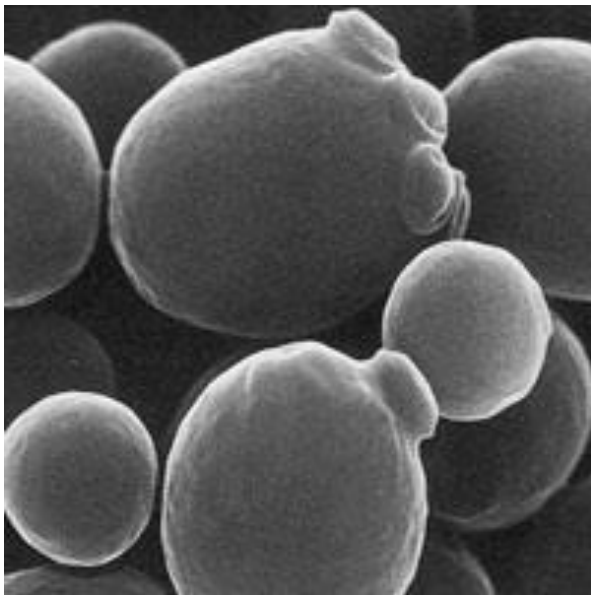
- Saját mikrobiotából szelektált *Saccharomyces* törzs(ek) alkalmazhatók anyaélesztős beoltásra
 - Jól egyesíti a spontán erjedés (egyedibb aroma) és a fajélesztős erjesztés (biztonság) előnyeit
 - A legjobb kereskedelmi starterkulturákhoz képest a szelektált „terroir” törzsek általában nem kiemelkedőek (kisebb választékból szelektálva)
 - Törzskeverékek alkalmazása ajánlható
- A „valódi saját élesztők” izolálása és szelektálása költséges és időigényes
- A szelektált törzs fenntartása/felszaporítása, esetleg szárítása problémákat vet fel



Köszönöm a figyelmet!

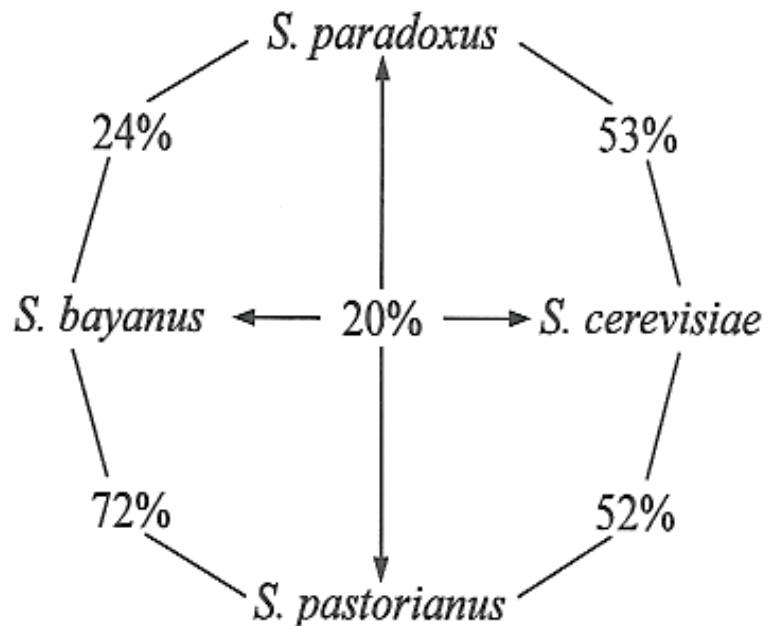
Vadélesztők

- minden *nem-Saccharomyces* faj, ami a szőlőn, mustban, borban előfordul
- közülük csak 15-20 faj játszik tényleges szerepet
- lehetnek károsak, közömbösek v. hasznosak
- lehetnek jól-, gyengén vagy nem erjesztő fajok
- a jól erjesztő fajoknak valamilyen hátrányuk, hiányosságuk van a borélesztőkkel szemben
 - pl. káros aromaképzés, lassú szaporodás, borstabilitási probléma stb...

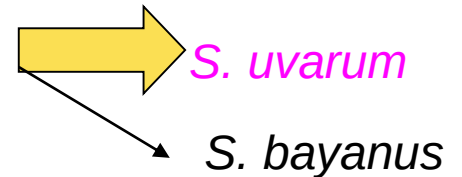


Borélesztők

2 faj a „régébbi” *Saccharomyces sensu stricto* fajok közül

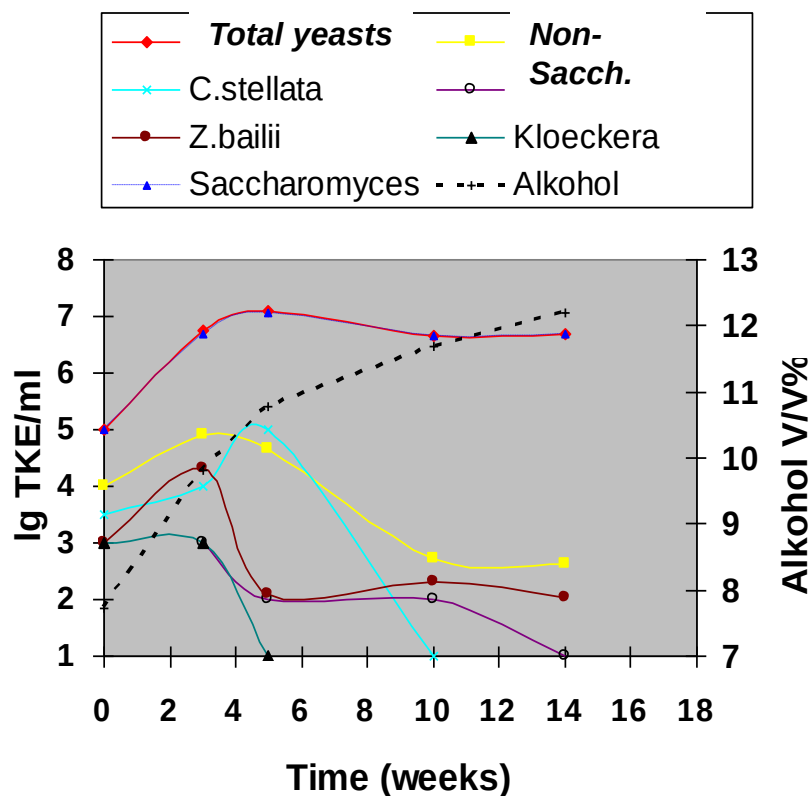


- *S. cerevisiae*
 - borélesztő, pékélesztő, ale-típusú sörélesztő (felső erjesztésű)
- *S. pastorianus*
 - (korábban: *S. carlsbergensis*)
 - sörélesztő (alsó erjesztésű)
- *S. bayanus*
 - borélesztő
- *S. paradoxus*
 - csak természetes anyagokon

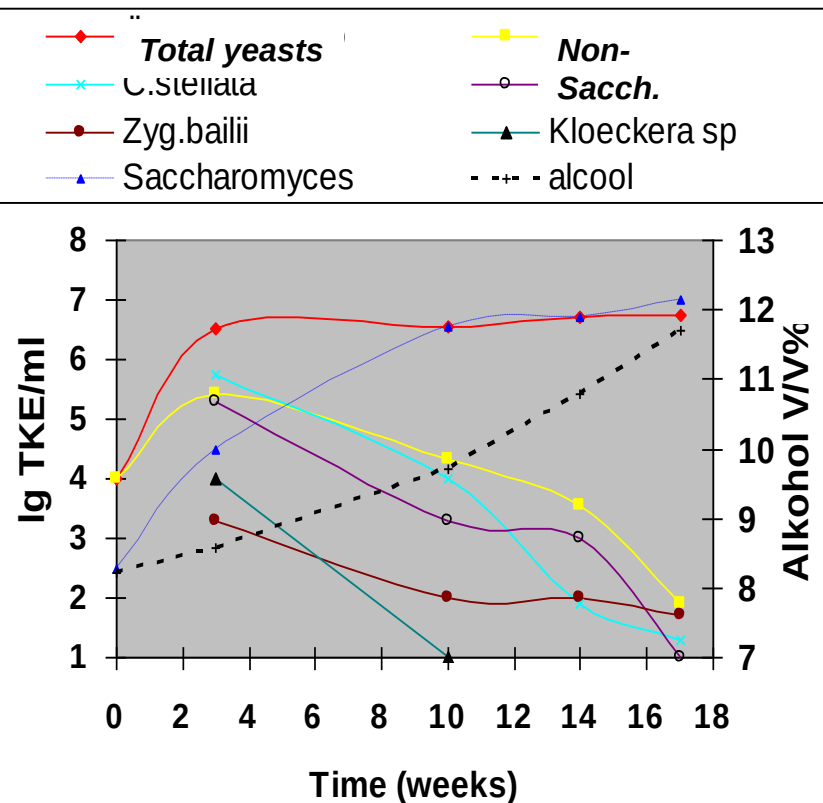


A természetes élesztőpopulációk változása tokaji aszú spontán erjedése során, 12 °C-on

Aszú extracted with must



Aszú extracted with young wine



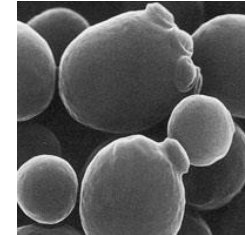
- *Nem-Saccharomyces* fajok (vadélesztők)
 - Melyek a legfontosabb fajok?
 - Honnan származnak (hol tenyésznek) ezek az élesztők?
 - Mennyire változatos a faji illetve fajon belüli összetételük (borvidéken belül, illetve borvidékek között)
- *Saccharomyces* fajok
 - A *S. cerevisie* és *S. bayanus* előfordulásának gyakorisága
 - Honnan származnak (hol tenyésznek) ezek az élesztők?
 - Mennyire változatos a faji illetve fajon belüli összetételük (borvidéken belül, illetve borvidékek között)

Élesztőgombák

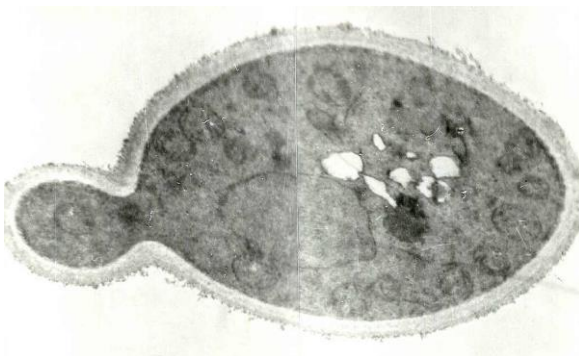
Dr. Magyar Ildikó

Általános jellemzés

- valódi egysejtűek
 - fonál nincs vagy csökevényes
- levegő igény: aerob v. fakultatív anaerob
 - egyes fajok *levegő nélkül is* szaporodnak (erjesztés)
- ivaros szaporodás – endospórákkal
 - hagyományos osztályozás alapja
 - askospóra képzés (Ascomycota)
 - bazidiospóra képzés (Basidiomycota)
 - nem ismert v. hiányzik (Deuteromycota)
- vegetatív szaporodásuk sarjadzás
 - multipoláris, bipoláris, ill. hasadás
- savtűrésük kiváló



Élesztőgomba sejt (*Saccharomyces cerevisiae*)

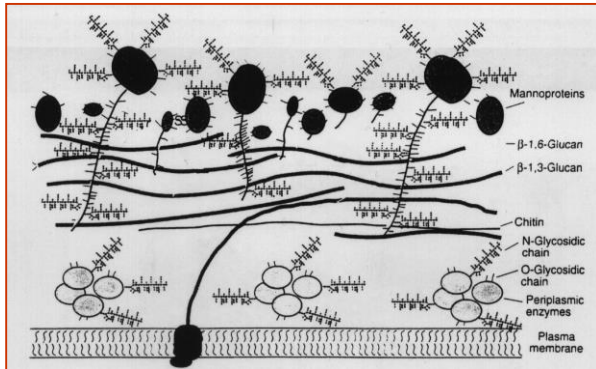


Az élesztősejt felépítése

Sejtfal

- Sejtfal funkciója
 - szilárdítja, védi a sejtet
 - meghatározza a sejt alakját
 - enzimeket tartalmaz (hidrolázok, transzportrendszerek enzimeit stb.)
 - fontos molekulák kötőhelye, amelyek a sejt-sejt közötti interakcióban szerepet játszanak (pl. ivari jelleg, killer faktor, szignál molekulák, flokkulens jelleg)
- Sejtfal felépítése
 - Főleg poliszacharidokból áll!
 - béta-glukánok – 60%
 - mannoproteinek- 25-50 %
 - kitin 1-2 %
 - enzimek

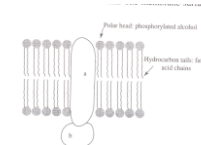
Composition of yeast cell wall



Sejtmembrán

- Funkciója
 - Szelektív, félig áteresztő hártya, amely a sejt és környezete közötti anyagátadást szabályozza
- Felépítése (folyékony mozaik modell)
 - Lipid kettősréteg
 - foszfolipidek (12 -24 C zsírsavak)
 - szterolok (ergoszterin, zimoszterin)

telítetlen zsírsavak és szterinek biztosítják a membrán megfelelően „folyékony” állapotát
 - Proteinek a lipid kettősrétegbe ágyazva
 - ATP-áz enzim
 - Transzport enzim fehérjék (permeázok)



Citoplazma

- Funkciója
 - Enzimműveletek színtere (pl. glikolízis, erjedés)
 - Membránnal elkülönülő sejteszerkezetek magába foglaló mátrix
- Felépítése
 - Pufferolt vizes oldat (pH 4-5):
 - oldott enzimek,
 - riboszómákat,
 - tartalék tápanyagszemcséket (glikogén)
 - Finomszerkezete hálózatos (sejtváz)

Mitokondriumok

- Funkciója
 - A sejtlégzés szerve
- Felépítése
 - Kettős membránnal határolt, pálcá v. tömlő alakú képlet
 - Belső mátrix:
 - a citromsav kör és a zsírsav oxidációs spirál enzimeit tartalmazza
 - Külső membránok:
 - A terminális oxidációs lánc enzimeit tartalmazzák és rögzítik
 - A mitokondriumok saját DNS-el és riboszómákkal rendelkeznek

Egyéb sejtalkotók

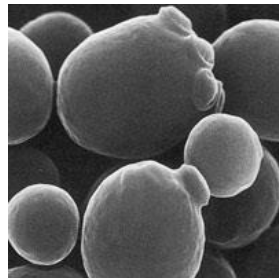
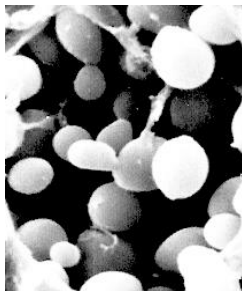
- Sejtmag
- Endoplazmás retikulum (ER)
- Golgi készülék
- Vakuólumok

Szaporodás és életciklus

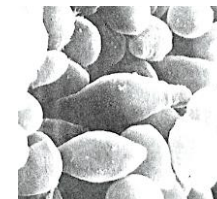
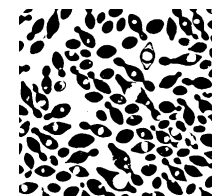
- Vegetatív szaporodás:
 - sarjadzás
 - hasadás
- Ivaros szaporodás:
 - endospóra képzéssel
 - egyes fajokban nem ismert

Sarjadzás típusai

- Multipoláris - legtöbb fajra ez jellemző



- Bipoláris - citrom forma (apikulátusz élesztők)
 - *Kloeckera (Hanseniaspora)*, *Saccharomyces sp.*

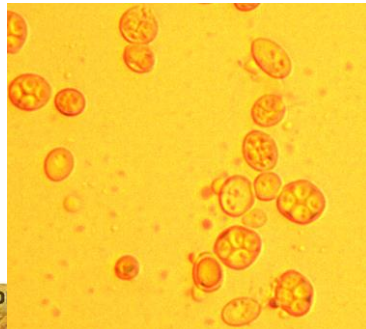


- Hasadás
 - Egyetlen nemzetségben:
Schizosaccharomyces



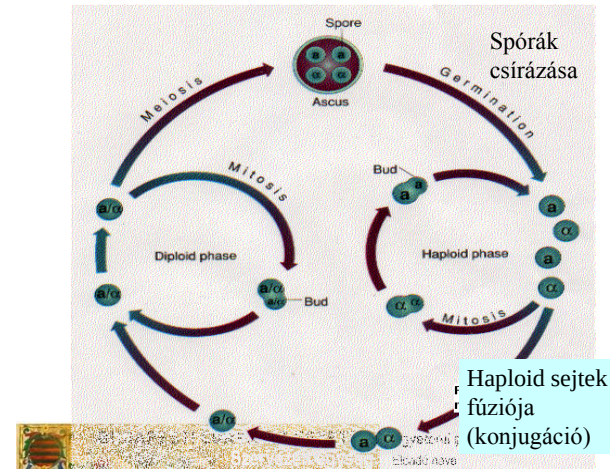
Ivaros
szaporodás:
endospóra
képzéssel

- Perfekt fajok:
 - aszospóra képzés
 - bazidiospóra képzés
- Imperfekt fajok: spórát nem képeznek



13

Az élesztőgombák életciklusa



14

Borélesztők: *Saccharomyces* fajok

Változékonyság, folyton változó rendszertani felosztás.

Osztályozás a **közelmúltig**: Vaughan-Martini and Martini

in: **The Yeasts, A taxonomic study**. Ed: Kurtzman and Fell, 1998.

Saccharomycetaceae család

Saccharomyces nemzetség

- Diploid élesztők, multilaterális sarjadzás. Valódi hifát nem képeznek, de álhifa előfordulhat. Gömbölyű aszospórát tartós falú aszkusban. Nitrátot nem hasznosítanak. Cukrokat jól erjesztik.
- 14 faj, amelyek 3 gyakorlati csoportba soroltak:
 - *S. „sensu stricto”* fajok
 - *S. „sensu lato”* fajok
 - *S. exiguus*

■ **Legújabb osztályozás:** The Yeasts, A taxonomic study. Ed: Kurtzman Fell and Boeckhout, 2011.

■ a *Saccharomyces* nemzetség néhány fajra redukálódott (főleg a korábbi *sensu stricto* fajokra)

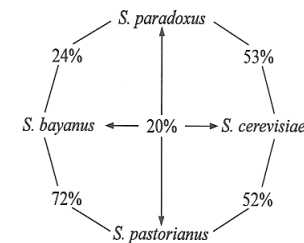


Szervezeti egység

Dr. Magyar Ildikó

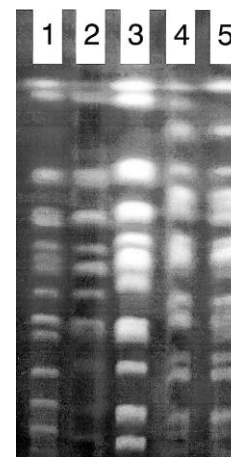
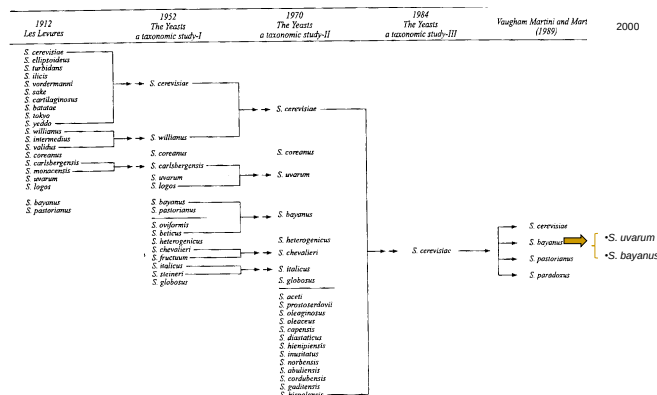
15

Rokonsági fok a *Saccharomyces sensu stricto* fajok között (nukleáris DNS/DNS reasszociáció alapján, Martini and Martini, 1989)



- *S. cerevisiae*
 - borélesztő, pékélesztő, ale-típusú sörélesztő (felső erjesztésű)
- *S. pastorianus*
 - (korábban: *S. carlsbergensis*)
 - sörélesztő (alsó erjesztésű)
- *S. bayanus*
 - borélesztő
- *S. paradoxus*
 - csak természetes anyagokon

A *Saccharomyces* sensu stricto fajok taxonómiai besorolásának változása



- *Saccharomyces sensu stricto* fajok kariotípusai (PFGE)
 - 1. *S. cerevisiae* standard
 - 2. *S. cerevisiae*
 - 3. *S. paradoxus*
 - 4. *S. pastorianus*
 - 5. *S. bayanus*

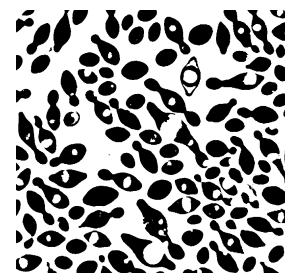
Vadélesztők (nem-Saccharomyces fajok)

- minden nem-*Saccharomyces* faj, ami a szőlőn, mustban, borban előfordul
- közülük csak 15-20 faj játszik tényleges szerepet
- lehetnek károsak, közömbösek v. hasznosak
- lehetnek jól-, gyengén vagy nem erjesztő fajok
- a jól erjesztő fajoknak általában valamilyen hátrányuk, hiányosságuk van a borélesztőkkel szemben
 - pl. káros aromaképzés, lassú szaporodás, borstabilitási probléma stb...

A szőlőn előforduló fontosabb nemzetségek

Kloeckera/Hansenia-spora sp.

- Az egészséges szőlő jellemző fajai
- Domináns fajok a spontán erjedés kezdetén

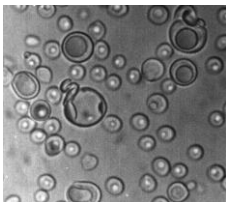


- Bipoláris sarjadzás – citrom forma (apikulátusz élesztők)
- Erjesztőképeseek, de rossz alkohol tolerancia- kb. 4-5 %
- Legtöbb törzsük sok illó észtert és ecetsavat termel
- A spontán erjedés gyors megindításában hasznosak

Dr. Magyar Ildikó
Lgytelmi prezentációs szakértő
Előadó neve

Szőlőről és a spontán erjedésből gyakran izolálható *Candida* fajok

Candida pulcherrima



•Gyenge erjesztőképessége miatt borászati szerepe nem jelentős

•Szilárd táptalajon piros pigmentet képez

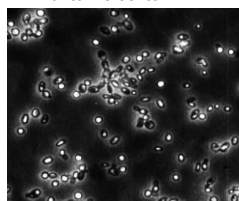
Candida stellata és *C. zemplinina*

•Közeli rokonságú fajok. Korábban mindkét fajt *C. stellata*-nak tekintették

•Lassú erjesztés, cukortűrő

•Gyenge alkohol, de jó glicerintermelés

•Fruktofil élesztők!



Vadélesztők hatása a bor minőségére

- *Kloeckera/Hanseniaspora* sp.
 - ecetsav és etil-acetát, egyéb észterek, acetoin
 - az erjedés gyors beindítása miatt hasznosak
- *Candida* species
 - *C. zemplinina*: fruktofil, cukortűrő, jó glicerintermelő
 - egyéb *Candida* fajok szerepe alig ismert

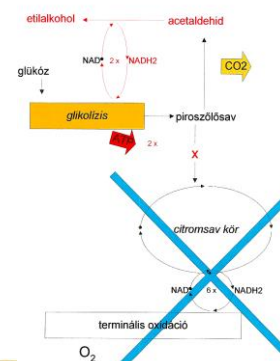
Egyéb fontosabb vadélesztők

- *Brettanomyces/Dekkera* fajok
 - ecetsav, egéríz, illó fenolok ("brett" aroma)- borbetegségek!
- *Schizosaccharomyces pombe*
 - almasavbontás,
 - H₂S és más kén tartalmú aromaanyagok
- *Saccharomycodes ludwigii*
 - ecetsav és észter képzés – borbetegség!
- *Pichia* és hártaképző *Candida* fajok
 - hártaképzés, virágosodás, illóészter képzés – borbetegségek!
- *Zygosaccharomyces* és *Torulaspora* fajok
 - cukortűrők, alkoholtűrők – borstabilitási problémák!

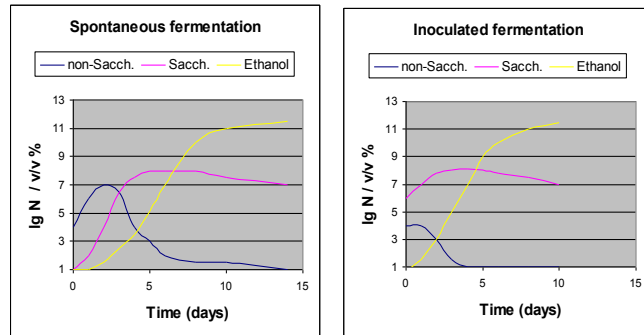


😊 Élesztőgombák pozitív szerepe

- Alkoholos erjedés



A spontán és a starterkultúrák erjedés



Fajélesztők (élesztő starterkultúrák) a borászatban

- Borászati törzsszelekció
 - A 19 század végétől kezdve minden jelentősebb bortermelő ország létrehozta saját helyi törzsgyűjteményét (*Saccharomyces cerevisiae* különböző fiziológiai változatainak izolálása, jellemzése és szelektálása)
- Kereskedelmi forgalmazás
 - folyékony kultúrák
 - 1960-as évektől : aktív szárított élesztő készítmények (ADY)
- Törzsfajlesztési kutatások
 - természetes nemesítési módszerek előnyben!

Borászati fajélesztőkkel szemben támasztott általános követelmények

- jó alkoholtűrés
- megfelelő erjedési sebesség 20 °C alatt
- kis H₂S képzés
- kis ecetsav képzés
- kis acetaldehid termelés
- kevés habképzés
- jó ülepedés
- jó kén-dioxid tűrés
- alacsony karbamid képzés (arginin bontás)

Egyes starterkultúrák speciális tulajdonságai

- **kiemelkedő cukortűrés**
 - túlérrett szőlő, aszú mustjának erjesztése
- **jó almasavbontó képesség (malo-alkoholos aktivitás)**
 - savas mustok savharmóniájának javítása, MLF elősegítése
- **β-glikozidáz aktivitás**
 - terpén-alkoholok felszabadítása (elsődleges aromaanyagok)
- **különleges aromaanyagok képzése**
 - észterek, egyes kéntartalmú aromaanyagok (pl. Sauvignon)
- **killer aktivitás**
 - jobb versenyzés az eredeti *S. cerevisiae* törzsekkel szemben
- **flokkuláció**
 - jó ülepedés-csomósodás (pezsgőerjesztés)
- **hártyaképző képesség**
 - biológiai borérleléshez

Killer tulajdonság

- Egyes élesztőfajok olyan toxint termelnek, amelyek elpusztítják a többnyire *azonos fajba tartozó*, a toxinra *érzékeny* törzseket.
- A killer tulajdonságot a *S. cerevisiae*-ban fedezték fel (Bevan-Makover, 1963), de azóta sok fajban kimutattak *különböző* killer rendszereket.
- A legtöbb killer toxin specifikus, csak fajon belül hatékony
- Magasabbrendű szervezetekre a toxin hatástalan

A killer toxinok tulajdonságai

S.cerevisiae toxinjai: K1,K2, ...K28

Proteinek vagy glikoproteinek

Több alegységből épülnek fel

- Hőérzékenyek (25-30 °C felett inaktívak!)
- pH érzékenyek, eltérő intervallumban
 - K1 pH 4,2-4,6
 - K2 pH 2,8-4,8

Hatásmechanizmus

1. Kötődés az érzékeny törzs sejtfalának receptoraihoz (béta-D-glükánhoz) – rezisztens törzsekből hiányzik
2. Transzportálódás a sejtmembrán receptorához
3. Sejtmembrán számos funkciójának károsítása (Kálium és proton vesztés, transzport folyamatok gátlása, ATP vesztés) a sejt gyors pusztulásához vezet

Killer tulajdonság elterjedtsége

- *S. cerevisiae* killer-fenotípusai
 - Killer: K+R+
 - Szenzitív: K-R-
 - Neutrális: K-R+
 - („öngyilkos”: K+R-)
- A borászatban a K2 toxinnak van jelentősége
 - (pH 2,8-4,8)
- A K2 killerek nagyon elterjedtek, de előfordulásuk borvidékenként változó (0-90%)
 - Pl. Bordeaux, Beaujolais – közel 90%

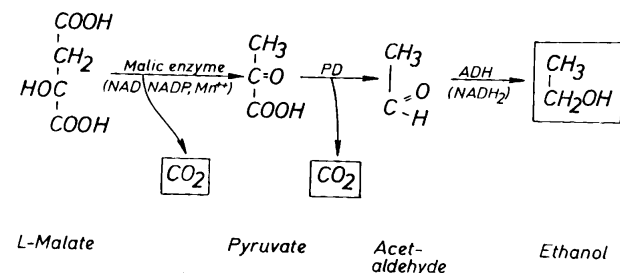
Killer tulajdonság borászati jelentősége

- A killer borélesztők a vadélesztőket (kevés kivétel) **nem pusztítják el!**
- Killer starterkultúrák előnye
 - biztosabb dominancia a „vad” *S.cerevisiae* törzseken :a természetes mikrofóra killer törzsei nem pusztítják el
- Hátrány:
 - Az üzemben elszaporodva a szenzitív startereket elpusztíthatják!
- A starterkultúra legyen rezisztens
 - neutrális törzsek előnyben.

Killer tulajdonság borászati jelentősége

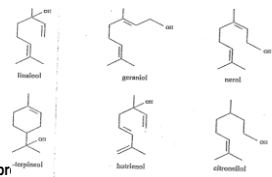
- A killer tulajdonságot a gyakorlatban nem szabad túlértékelni
 - A killer törzsnek nagy kezdeti populációban kell jelen lennie
 - Stacioner fázisú tenyészetek már nem érzékenyek a toxinra
 - A toxint a polifenolok közömbösítik (vörösborokban nem hatékony)
 - Bentonitos derítéssel, hőkezeléssel a toxin könnyen inaktiválható

Élesztőgombás almasavbontás anaerob körülmények között (malo-alkoholos erjedés)



Béta-glikozidáz aktivitás

- Terpénalkoholok előfordulása a szőlőben:
 - Szabad alkohol- illatos, elsődleges aromaanyag
 - Glikozid (β-D-glikozidos kötés)- nem illatos vegyület
- Egyes *S. cerevisiae* törzsek β-glikozidáz enzimet termelnek – terpénalkoholokat felszabadítják (pl. PM228).
 - A szőlő fajtajelleg fokozódik



Saccharomyces uvarum törzsek lehetséges alkalmazása

- Előnyök (*S. cerevisiae*-val szemben):
 - magasabb glicerín képzés
 - alacsonyabb illósav képzés
 - hideg erjesztés (2-4 °C-on is!)- hátrány is lehet!
- Hátrányok (*S. cerevisiae*-val szemben):
 - lassabb erjesztés, elhúzódó erjedés
 - eltérő aromaösszetétel (?)- előny is lehet!