

2. CARACTERIZAREA PRINCIPALELOR GRUPE DE MICROORGANISME CU IMPORTANȚĂ ÎN INDUSTRIA ALIMENTARĂ

2.1. DROJDII (LEVURI)

Drojdii reprezintă un grup taxonomic complex și heterogen de microorganisme monocelulare de tip eucariot care se înmulțesc prin înmugurire (mitoză), ca formă generală de reproducere și în mod particular, prin ascospori formați pe cale asexuată și sexuat (în urma proceselor de conjugare între celule).

Importanță și rol. Având drept caracteristică principală capacitatea de a produce fermentarea glucidelor simple în anaerobioză, cu formare de alcool etilic și dioxid de carbon, drojdiile fermentative sunt utilizate industrial în biotehnologii alimentare la fabricarea spiritului de fermentație, a vinului, a berii și pâinii. Drojdiile au o compoziție chimică valoroasă și după cultivare în condiții de aerare și prelucrare sunt utilizate ca sursă de proteine în alimentația umană (cu denumirea de SCP – single cell protein – proteine din monocelulare) sau în alimentația animalelor, deoarece, pe lângă 45-55% proteină brută s.u., aduc în rație aminoacizi și vitamine ale grupului B.

În microbiologia industrială din biomasa de drojdie se obțin: plasmolizate, autolizate, folosite ca aditivi alimentari sau pentru îmbogățirea în substanțe azotate a mediilor de cultură destinate fermentațiilor. Cu ajutorul drojdiilor se pot obține avantaje. În condiții industriale, vitaminele hidrosolubile (B₁, B₂, PP, ergosterol), enzime (β-fructofuranozidaza și β-galactozidaza), iar prin metode de inginerie genetică, din mutații ai speciei *Saccharomyces cerevisiae*, s-a obținut interferonul – substanță cu efect antiviral și citostatic.

Răspândire în natură. Drojdiile au o largă răspândire în mediul ambiant, fiind întâlnite în toate habitatele naturale: sol, ape, aer, plante, animale.

În sol, celulele de drojdie se întâlnesc în straturile superficiale, până la adâncimi de aproximativ 30 cm, în concentrații de 10^2 - 2×10^5 g⁻¹. Cantitatea crește în solurile viilor și grădinilor, ca urmare a îmbogățirii solului în substanțe nutritive furnizate de fructele care cad la sol și suferă lent putrezirea. Din sol, prin acțiunea unor factori fizici, mecanici și biologici, microorganismele ajung temporar în aer și se răspândesc la distanțe mari; din sol și aer drojdiile pot ajunge în ape, unele specii fiind întâlnite chiar la adâncimi de 4000 m.

În mod permanent, drojdiile se află în microbiota epifită a plantelor (flori, fructe, frunze, rădăcini).

Răspândirea drojdiilor este favorizată de insecte, care, o dată cu nectarul/sucul, preiau și celule de drojdie care pot hiberna în tractul digestiv al insectelor. În organismul animal, drojdiile sunt prezente în biocenoza intestinală și se elimină pe căi naturale prin produsele de dejecție; în cantități mai reduse se întâlnesc în cavitatea bucală și pe piele.

Un grup restrâns de drojdie sunt patogene (*Candida albicans*, *Cryptococcus neoformans*) și dau îmbolnăviri la om și la animale.

Caractere morfologice. Celula de drojdie are în mod obișnuit formă sferică, ovală sau cilindrică, cu dimensiuni medii de la 4-14 μm. Unele tulpini sunt monomorfe, deci prezintă în cultura pură celule de un singur tip morfologic, iar altele sunt dimorfe sau polimorfe.

Forma și dimensiunea celulelor este un caracter de gen și specie, dar acestea pot fi influențate de starea fiziologică și de condițiile de cultivare. Dintre formele caracteristice unor genuri, cu importanță în industria alimentară, se menționează:

- forma ovală (elipsoidală) specifică drojdiilor fermentative ce aparțin genului *Saccharomyces*;
- forma sferică – predomină la drojdie din genul *Torulopsis*;
- forma apiculată (de lămâie), întâlnită la genurile *Kloeckera* și *Hanseniaspora*;
- forma cilindrică (alungită), specifică drojdiilor din genul *Candida* și genul *Pichia*;

- forma de sticlă, specifică drojdiilor din genul *Saccharomyces*.

Structura celulei de drojdie. Celula eucariotă de drojdie se deosebește puțin de celula animală; de celula vegetală se diferențiază prin absența cloroplastelor și a învelișului celulozic. Unele structuri subcelulare se pot vizualiza cu ajutorul microscopului fonic (nucleu, mitocondrii, vacuole, perete celular, citozol), în timp ce ultrastructurile (membrana citoplasmatică, reticulul endoplasmatic, aparatul Golgi ș.a.) au putut fi observate doar cu microscopul electronic - x 20 000 (fig. 1.). Cunoașterea organizării arhitecturale complexe a celulei de drojdie este utilă pentru înțelegerea potențialului funcțional al diferitelor componente.

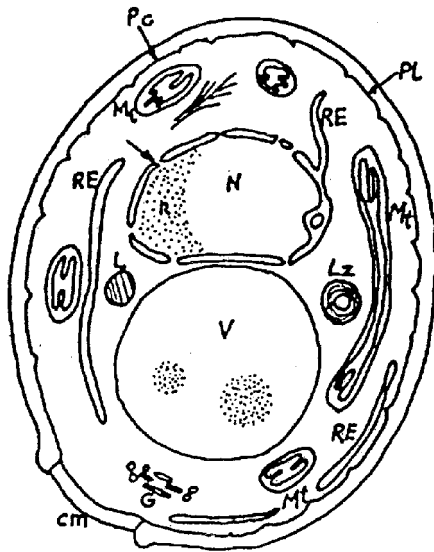


Fig. 1. Organizarea internă a celulei de drojdie:

- cm – cicatrice mugurală;
- G – corp Golgi;
- Lz – lizozomi;
- Mt – mitocondrie;
- N – nucleu;
- n – nucleol;
- Pc – perete celular;
- Pl – plasmalema;
- RE – reticul endoplasmic;
- V – vacuolă.

Învelișurile celulare sunt reprezentate de peretele celular și plasmalema, care limitează celula și intervin în toate procesele biologice fundamentale ce se desfășoară la nivel celular.

Peretele celular are o grosime de aproximativ 250 nm și poate să reprezinte o pondere de 5-15 % din biomasa uscată de drojdie. Din punct de vedere structural, peretele celular are aspect laminar și este alcătuit din 2-3 straturi.

Stratul extern are o suprafață rugoasă și în anumite zone prezintă așa-numite cicatrice mugurale, locul de desprindere a celulelor rezultate prin înmugurire. În componența stratului extern predomină mananul cuplat prin legături covalente și radicali fosfat din molecule de proterine, formând complexe macromoleculare.

Stratul intern are o suprafață ornamentată cu riduri proeminente, formate din fibre constituite din molecule liniare de glucan, care formează complexe cu proteine și asigură rigiditatea sau elasticitatea peretelui celular.

La nivelul peretelui celular sunt localizate și enzime (invertaza, fosfataza, endoglucanaze, permeaze) implicate în biosinteza compușilor peretelui celular și în procesele de transfer al substanțelor. Peretele celular are rol esențial în asigurarea formei celulei și de protecție față de factorii mediului ambiant. În cooperare cu plasmalema participă la creșterea și reproducerea celulară, în biosinteză și catabolism. Prin îndepărtarea peretelui celular, prin metode enzimatice, se obțin protoplaști folosiți în ingineria genetică pentru obținerea prin fuziune a hibridilor cu importanță practică. Prin amplasarea protoplaștilor pe mediu nutritiv, în timp de 8-12 ore, are loc regenerarea peretelui celular.

Plasmalema (membrana citoplasmatică) reprezintă un strat lamelar cu o grosime de circa 8-9 nm, care delimitează protoplastul la exterior. Plasmalema este o structură de natură lipoproteică în care lipidele (fosfolipide, steroli, acizi grași nesaturați) reprezintă 23-30%, iar proteinele (glicoproteine) 30-33% din masa nativă a membranei. Plasmalema este sediul

complexelor multienzimatice cu rol în biodinteza poliglucidelor din peretele celular (glucansintetaze și chitinsintetaze), în glicoliză, fosforilare oxidativă (oxidoreductaze, citocromi, reductaze), în principalele căi metabolice ale celulei vii. Plasmalema este o structură dinamică în care se realizează importante funcții ale celulei vii. În primul rând este o barieră osmotică, cu permeabilitate selectivă ce reglează transferul de substanțe nutritive necesare în celulă pentru a fi metabolizate, precum și eliminarea de cataboliți, iar prin sistemele enzimatică, active la acest nivel, intervine în reglarea procesului de creștere și înmulțire.

Citoplasma (citosolul) reprezintă o materie fundamentală a celulei vii în care sunt înglobate organele subcelulare specifice. Citosolul este un sistem coloidal cu un conținut de 75-85 % apă, în care substanțele componente se află sub formă de sol sau gel, formând miclele coloidale. Dintre substanțele organice predomină proteinele cu rol structural sau catalitic, lipidele cu rol plastic și glucidele cu rol energetic. În compoziția chimică a citosolului intră și acizii nucleici, respectiv ARN (mesager, de transfer și ribozomal) cu rol în biosinteza proteinelor celulare, ARNk (denumit killer) implicat în sinteza de proteine cu acțiune toxică pentru alte celule sensibile și ADN-extracromozomial, component al plasmidelor citoplasmatică. În citosol, în anumite faze ale creșterii celulare, se pot acumula substanțe în exces sub forma unor incluziuni de rezervă și anume:

- granule de glicogen, care se prezintă sub forma unor corpusculi sferici și care se pot evidenția prin suspendarea celulelor de drojdie în soluție Lugol, când glicogenul în prezența iodului se colorează în brun-roșcat. Glicogenul reprezintă principala substanță de rezervă a celulei și este metabolizat atunci când celula este în stare de înfometare;

- sferozomii (oleiozomii), care sunt incluziuni lipidice.

Dintre organele celulare cu care citosolul interacționează în mod permanent, formând o unitate morfofuncțională, fac parte următoarele: nucleul, mitocondriile, aparatul Golgi, sistemul vacuolar.

Nucleul reprezintă „spațiul” genetic în care are loc stocarea, replicarea și transmiterea informației celulare. În timpul diviziunii celulare, ADN-ul nuclear se divide în 2 sau mai mulți cromozomi, în funcție de specie. În timp ce *Saccharomyces cerevisiae* are 17 cromozomi, la specii ale genului *Hansenula* au fost identificați 4. Unele drojdii sunt obligatoriu haploide, de exemplu drojdiile din genul *Candida*, genul *Torulopsis*, genul *Rhodotorula*, în timp ce alte genuri (*Saccharomyces* ș.a.) pot prezenta faza haploidă (1n) - în faza de ascospori și faza diploidă (2n) - în faza vegetativă de reproducere.

Mitocondriile sunt organe mari, care pot ocupa până la 25 % din volumul citosolului, în care sunt localizate enzime de catabolism, implicate în ciclul Krebs și în β -oxidarea acizilor grași, în fosforilarea oxidativă, în sinteza de ATP pentru necesitățile energetice ale celulei (fig.2). O celulă poate conține 10-50 mitocondrii.

Sistemul vacuolar poate fi vizibil la microscop în faza staționară de creștere a celulei sub forma unui vacuom central prevăzut cu o membrană, tonoplasma, sau să fie alcătuit din mai multe vacuole mici, în faza de creștere exponențială. Vacuolele conțin o cantitate mare de apă și îndeplinesc funcții importante în reglarea presiunii și în menținerea stabilității chimice a citosolului.

Reticulul endoplasmatic face legătura între nucleu și vacuom și reprezintă o rețea de vezicule - cisterne interconectate, caracterizate printr-o mare plasticitate morfologică. Reticulul endoplasmatic este sediul unor complexe enzimatică (citocromoxidaza, NADH, enzime ale lanțului transportor de electroni) și are rol în biogeneza sferozomilor, vacuolelor, corpilor Golgi; participă la expansiunea învelișului nuclear și a plasmalemei în diferite etape de dezvoltare ale celulei.

Aparatul Golgi este un sistem de endomembrane, alcătuit din unități funcționale - dictiozomi, care face legătura între reticulul endoplasmatic și plasmalemă. Veziculele Golgi

sunt privite adesea ca aparatul de sortare și dirijare a proteinelor și componentelor membranare spre locul lor de destinație; au rol în expansiunea peretelui celular.

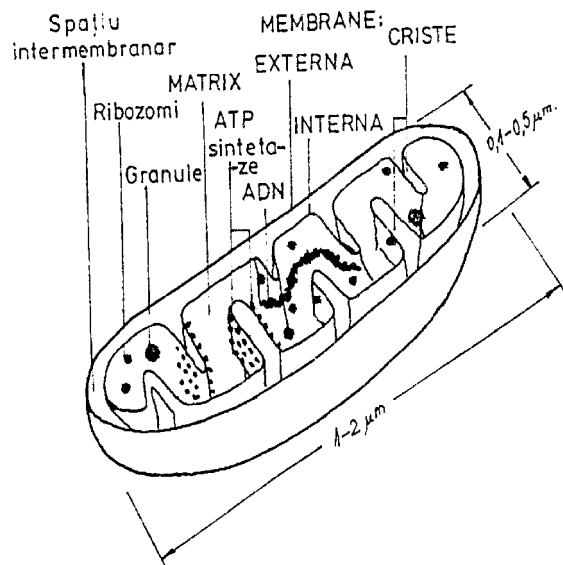


Fig. 2. Secțiune longitudinală în mitocondrie.

Ribozomii sunt particule nucleoproteice implicate în sinteza proteinelor celulare, răspândiți în citosol - citoribozomi, liberi sau în asociații de 5-6 ribozomi (polizomi). Au în structură ARN-ribosomal și proteine; ARNr este implicat în procese de transcripție a informației genetice pentru biosinteza proteinelor/ enzimelor necesare celulei.

Lizozomii sunt structuri veziculare bogate în enzime: fosfataze, proteaze, lipaze ș.a., active la pH = 5, cu rol în digestia unor compuși ai celulei vii care nu mai funcționează eficient, în exteriorul lizozomului, în citosol, enzimele nu sunt active deoarece pH-ul este de 7,3. Când sub acțiunea unor factori, de exemplu în starea de înfometare, în absența apei care asigură transportul în exteriorul celulei a cataboliților formați, pH-ul în citosol scade, devin active enzimele din lizozom și celula moare datorită procesului de autoliză.

Peroxiomii sunt structuri sferice cu membrană simplă și o matrice pe care sunt localizate oxidaze, cu rol în adaptarea celulei de drojdie la condiții aerobe. Intervin în ciclul glioxilatului, în degradarea acizilor grași, a aminoacizilor (de exemplu a metioninei) și a apei oxigenate.

Caractere fiziologice generale. O proprietate importantă a unor drojdii cu importanță în industria alimentară este aceea de a fermenta în condiții de anaerobioză, glucide (hexoze, diglucide, triglucide) cu formare de alcool etilic, dioxid de carbon și produse secundare care dau aroma caracteristică produselor fermentate. În condiții de aerobioză, drojdiile asimilează glucidele transformându-le prin respirație în CO₂ și H₂O, iar energia eliberată favorizează creșterea și înmulțirea celulelor.

În raport cu temperatura, majoritatea drojdiilor industriale sunt mezofile (temperatura optimă 28...32°C); există și drojdii adaptate care sunt active la temperaturi de refrigerare (drojdii de vin), sau drojdii termofile active la 35...38°C (din genul *Candida*).

Drojdiile se dezvoltă bine într-un domeniu larg de pH, cu valori limită între 2,5 și 8,5 și un pH optim la 5,5. Celulele de drojdie, ca și alte celule, reacționează activ la presiunea osmotică dată de concentrația substanțelor dizolvate în mediul în care se află suspendate. Dacă mediul este hipotonic, cu o concentrație a substanțelor dizolvate mai mică decât concentrația intracelulară, apa va pătrunde în celula care își mărește volumul și, dacă se prelungește această stare de turgescență, celula suferă deteriorări fizice ireversibile. În mediul hipertonic, când

concentrația mediului este superioară concentrației intracelulare, apa din celulă difuzează în exterior pentru a asigura izotonia, iar celula trece în starea de plasmoliză.

În condiții naturale, se pot întâlni, ocazional (temporar), celulele de drojdii în diferite stări: fiziologică activă, în care celulele cresc și se înmulțesc; de anabioză, determinată de reducerea cantității de apă liberă din interiorul celulei, în care celula se menține în viață, în schimb activitatea enzimatică este redusă la minimum; de autoliză când, în condiții nefavorabile, are loc o solubilizare a compușilor sub acțiunea enzimelor proprii (în special proteaze), care conduce la moartea fiziologică a celulei.

Reproducerea drojdiilor. Forma generală de reproducere a drojdiilor este înmugurirea vegetativă (calea asexuată), care are la bază un proces simplificat de mitoză, când din celula-mamă se formează noua celulă, identică din punct de vedere genetic. Unele drojdii au capacitatea de a se înmulți nu numai prin înmugurire, ci și prin spori; sporularea este condiționată genetic, are loc în anumite condiții de mediu și are la bază procesul de meioză. Reproducerea prin sporulare la drojdii poate avea loc pe cale asexuată din/în celula vegetativă sau pe cale sexuală prin procese de copulare (conjugare) între celule diferențiate.

Reproducerea prin înmugurire. Pe cale vegetativă (asexuat), drojdiile se pot înmulți prin înmugurire propriu-zisă, caracteristică majorității lor, și prin sciziune, în urma formării unui perete despărțitor, caracteristică genurilor *Schizosaccharomyces* și *Endomyces*

Înmugurirea are loc în condiții optime când drojdiile se află în mediu cu o concentrație de glucide simple de 2-5 %, substanțe cu azot asimilabile, săruri minerale și factori de creștere; pH-ul optim pentru înmulțire este în domeniul acid 4,5-5,5, iar temperatura optimă la valori între 25 și 32 °C. O condiție necesară pentru înmugurire este aerarea corespunzătoare a mediului, deoarece în prezența oxigenului din aer are loc asimilarea eficientă a nutrienților cu recuperarea energiei potențiale a acestora, energie folosită de celula în creștere pentru procese de biosinteză, consumatoare de energie.

În aceste condiții, în prima etapă, celula de drojdie crește în dimensiuni în urma măririi coordonate a compușilor intracelulari; creșterea în volum fiind mai rapidă decât a suprafeței învelișurilor celulare, la un anumit stadiu se declanșează înmugurirea. Astfel, într-o zonă (placă) a peretelui celular are loc o înmuiere enzimatică a peretelui și apare o protuberanță - mugurele, care, treptat, crește în dimensiuni; între celula parentală și mugure se perfectează un canal - diverticulum - prin care se transferă, în celula nou formată, material nuclear și citoplasmatic, prin cariokineză și citokineză. Când celula-fiică va conține toate componentele necesare unei vieți independente, la nivelul canalului se formează un perete inelar cu o concentrație ridicată în chitină, ce se dezvoltă centripet, până când are loc obturarea și separarea.

În condiții optime de viață, o celulă de drojdie poate forma 9-42 noi celule, apoi celula moare din punct de vedere fiziologic. Pentru drojdiile la care separarea mugurelui are loc prin sciziune, prin înmugurire se pot forma structuri liniare ce alcătuiesc miceliu adevărat (fig. 3).

În procesul de înmulțire a drojdiei prin mitoză, numărul original de cromozomi se păstrează constant: aceasta înseamnă că dacă celula parentală este diploidă și celulele rezultate prin înmugurire vor rămâne tot diploide (2n), respectiv, dintr-o celulă haploidă se vor forma două celule tot haploide (1n).

Înmulțirea drojdiilor prin înmugurire este un proces cu multiple aplicații industriale, în scopul obținerii, cu un randament ridicat, a biomasei de celule la fabricarea drojdiei comprimate, a drojdiilor furajere, a culturilor de drojdii selecționate folosite la fabricarea spirtului, berii, vinului, sau pentru extragerea din biomasă a unor compuși endogeni valoroși (vitamine, enzime ș.a.).

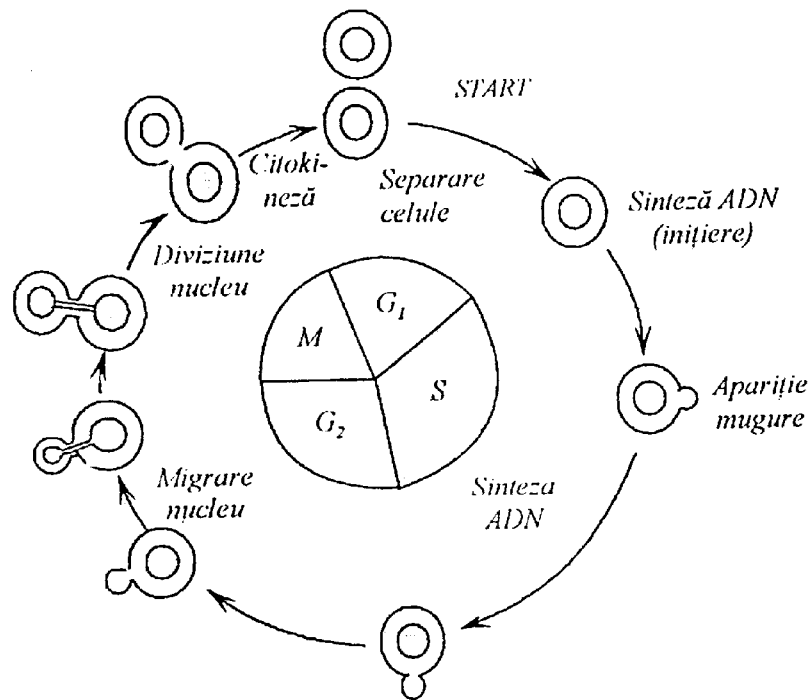


Fig. 3. Fazele creșterii la *Saccharomyces cerevisiae*.

Reproducerea prin sporulare. Este un proces particular întâlnit la drojdiile sporogene care au dobândit capacitatea genetică de a forma în anumite condiții, în medie, 2-14 ascospori.

Sporularea are la bază procesul de meioză, prin care numărul de cromozomi ai celulei parentale diploide se reduce la jumătate, iar celulele formate, primind un singur set de cromozomi, sunt haploide.

În cazul drojdiilor ascogene, de exemplu al celor aparținând genului *Saccharomyces*, sporularea poate fi indusă prin transferul celulelor din must în fermentație pe un bloc de ghips sau pe un mediu inductiv: mediul McClary sau mediul Gorodkova. În aceste condiții, în celulă prin sporulare asexuată se formează *ascosporii*, ale căror număr și caractere morfologice sunt dependente de specie.

Sporularea este inițiată după circa 10 ore de expunere pe mediu de sporulare și este mai intensă după 24-48 de ore. În timp, celula generatoare de spori, denumită și ască, se poate rupe sau poate să se solubilizeze prin autoliză și ascosporii liberi, în condiții favorabile, germinează și formează prin reproducere vegetativă colonii (clone) haploide.

Ascosporii haploizi pot fi de tip „a” sau „α”, în funcție de natura feromonilor specifici; în condiții favorizante, celulele ajunse la maturitate fiziologică, denumite și gârneți, pot să fuzioneze printr-un proces de conjugare pentru a forma din nou celule diploide. Dacă are loc conjugarea între celule de același tip a/a, celulele diploide sunt viabile, dar ascosporii formați își pierd această calitate. În fig.4 se prezintă ciclul de viață al celulei eucariote exemplificat pentru specia *Saccharomyces cerevisiae*.

Sub formă de ascospori, drojdiile rezistă timp îndelungat în sol, în condiții de uscăciune, în schimb termorezistența lor este apropiată de cea a celulelor vegetative și inactivarea are loc la 75...85 °C.

Capacitatea de sporogeneză a drojdiilor este un criteriu taxonomic important în identificarea speciilor, iar lucrările de obținere a hibridilor rezultați prin conjugare dirijată (drojdii mutante) ocupă un loc important în bioinginerie.

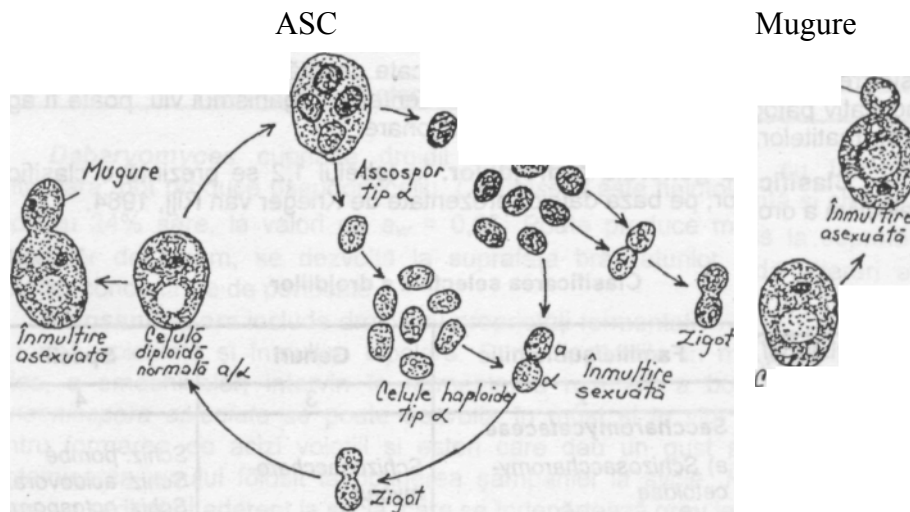


Fig. 4. Ciclul de viață al drojdiilor din genul *Saccharomyces*.

Descrierea principalelor caractere de gen și incidența drojdiilor în industria alimentară

Bretanomyces cuprinde drojdii anascogene de formă oval-cilindrică (sau de ogivă) cu înmugurire terminală, care pot, în aerobioză, să producă acid acetic prin fermentarea glucozei. Dau alterări ale berii, vinului (cu formare de esteri și substanțe cu gust amar), ale băuturilor nealcoolice și ale murăturilor.

Candida este un gen bogat în specii (81), heterogen din punct de vedere morfologic și fiziologic și care a suferit în timp multe modificări taxonomice. *Candida mycoderma* (valida), denumită și floarea vinului, se dezvoltă în prezența aerului la suprafața lichidelor slab alcoolice, formând un voal caracteristic; prin oxidarea alcoolului la dioxid de carbon și apă are loc deprecierea vinului, berii. Alte specii, cum ar fi *C. utilis*, *C. robusta*, *C. tropicalis*, *C. lyopolitica* ș.a. se pot cultiva pe medii obținute prin prelucrarea unor deșeurii ale industriei alimentare, a lemnului și celulozei, obținându-se o biomasă cu un conținut de 45-55 % proteină, folosită în furajarea animalelor. *Candida krusei* intervine la fermentarea boabelor de cacao și de cafea. Drojdiile *C. kefyri* sunt utile la fabricarea chefirului, iar *C. pseudotropicalis* este frecvent întâlnită în microbiota cărnii tocate de vită. *Candida albicans*, drojdie facultativ patogenă, nu se înmulțește în alimente, în organismul viu, poate fi agent al dermatitelor, candidozelor viscerale, pulmonare.

Debaryomyces cuprinde drojdii de formă oval-cilindrică, cu înmulțire multipolară; pot produce pseudomiceliu. *D. hansenii* este halotolerantă și crește în medii cu 24% sare, la valori de a_w - 0,65. Poate produce mucus la suprafața batoanelor de salam, se dezvoltă la suprafața brânzeturilor și dă alterări ale sucurilor concentrate de portocale.

Hanseniaspora include drojdii cu proprietăți fermentative reduse (5° alcool), cu formă apiculată și înmulțire bipolară. Sunt răspândite în microbiota fructelor citrice, a smochinelor; intervin în fermentarea naturală a boabelor de cacao. *Hanseniaspora apiculata* se poate dezvolta în must și în vin, fiind responsabilă pentru formarea de acizi volatili și esteri care dau un gust străin vinului. Prin contaminarea vinului folosit la obținerea șampaniei la sticle, *H. apiculata* poate forma un sediment aderent la sticlă, care se îndepărtează greu la degorjare.

Issatchenkia cuprinde drojdii cu înmulțire multipolară, producătoare de pseudomiceliu. *I. orientalis* este o drojdie oxidativă și poate forma voal la suprafața lichidelor fermentate. Este teleomorf al speciei *Candida krusei*.

Kloeckera cuprinde drojdii de formă apiculată (de lămâie sau amforă) întâlnite în microbiota fructelor dulci. Se dezvoltă în mustul de struguri în prima etapă a fermentației și activitatea lor este inhibată la creșterea concentrației în alcool peste 4-6° alcool. Speciile *Kloeckera apiculata* și *Kloeckera magna* pot să prezinte forme sexuate înscrise în genul *Hanseniaspora*.

Kluyveromyces, drojdii cu înmulțire multilaterală, pot produce pseudohife și se înmulțesc prin ascospori (1-16/ască) sferici sau reniformi. *K. marxianus* (care include speciile denumite anterior *K. fragilis*, *K. lactis*) produce (3-galactozidază, fermentează lactoza și poate produce alterări ale brânzeturilor.

Pichia cuprinde 35 de specii; se înmulțesc prin înmugurire multilaterală, pot forma miceliu adevărat (cu arthrospori) sau pseudohife. Au o slabă activitate fermentativă; *Pichia membranefaciens*, stare teleomorfă a drojdiei *Candida valida*, produce 3° alcool, iar *Pichia fermentans* până la 7,4° alcool. Sunt drojdii peliculare care prin dezvoltare și formare de voal produc deprecierea vinului, berii. Se pot izola de pe suprafața peștelui și a creveților, din saramura măslinelor conservate și pot produce alterări ale produselor vegetale murate.

Rhodotorula include celule cu formă oval - cilindrică, care prezintă și incluziuni intracelulare refringente, de natură lipidică. Sunt drojdii oxidative și pot sintetiza pigmenți carotenoizi care imprimă coloniei culoarea roșu-cărămiziu. *Rh. glutinis* și *Rh. mucilaginosa* sunt predominante pe alimente: pui, pește, creveți, pe suprafața untului și sunt specii psihrotrofe.

Saccharomyces cuprinde 45 de specii cu activitate predominant fermentativă. Se înmulțesc prin înmugurire și sporulare, producând 1-4 ascospori în asce persistente formate direct din celula diploidă. Dintre speciile reprezentative ale genului menționăm:

- *Sacch. cerevisiae* (Hansen), folosită la fabricarea spiritului de fermentație și la obținerea drojdiei de panificație. Celulele au o formă ovală cu dimensiuni medii de (3-7) x (4-14) μm. Fermentează în anaerobioză glucoza, fructoza, galactoza, zaharoza, maltoza și doar 1/3 rafinoza. Prin fermentare (optimă la 30...32 °C), în lichide formează o spumă persistentă. Din biomasa de celule obținută în mediul nutritiv și în condiții de aerare, prin procedee biotehnologice se pot obține enzime (invertază), vitamine din grupul B, interferon și altele;

- *Sacch. carlsbergensis (uvarum)*, de formă ovală; în condiții favorabile, raportul între diametre variază de la 2/1 la 1/1. Se diferențiază de *Sacch. cerevisiae* prin faptul că fermentează complet rafinoza și prin fermentare formează o spumă puțin stabilă. Temperatura optimă de înmulțire este de 30 °C; poate produce fermentația alcoolică la temperaturi scăzute, de 3... 12 °C. Se utilizează industrial la fabricarea berii, iar din drojdia reziduală rezultată după fermentare se pot obține plasmolizate, autolizate, substanțe de aromă;

- *Saccharomyces cerevisiae var. ellipsoideus (Sacch. vini)*, de formă elipsoidală cu dimensiuni (3-6) x (6-12) μm, care fermentează: glucoza, fructoza, galactoza, zaharoza, manitoza și 1/3 din rafinoza. Formează prin fermentare 8,2-16,8 % (v/v) alcool etilic. Este sulfitorезistentă și poate produce fermentația alcoolică în medii cu până la 300 mg.dm⁻³, SO₂ total. În mustul de struguri în fermentație poate reprezenta 80% din microbiota levuriană. Se poate utiliza în culturi starter pentru vinificație;

- *Sacch. bayanus (var. oviformis și var. bayanus)*, care are formă ovoidală cu dimensiuni de (4-7) x (5-10) μm. Fermentează glucoza, fructoza, zaharoza, maltoza și 1/3-2/3 din rafinoza; produce prin fermentație 8,5-18,4% (v/v) alcool etilic. Este sulfitorезistentă. Se utilizează sub formă de culturi pure la fabricarea șampaniei, a vinurilor spumante și a vinurilor speciale (tip Xeres și Jura).

Saccharomyces, cu specia *Saccharomyces ludwigii*, prezintă forme apiculate sau oval alungite cu dimensiuni până la 20 μm . Fermentează fructoza, glucoza, zaharoza, celobioza și 1/3 din rafinoza cu formare de 8-9 % (v/v) alcool etilic. Este osmotolerantă și acidotolerantă. Poate fi agent de alterare a musturilor și sucurilor de fructe.

Saccharomycopsis (Endomycopsis), cu specia importantă *Saccharomycopsis fibuligera*, prezintă celule ovale cu dimensiuni de (4-8) x (6-18) μm și forme filamentoase, ramificate. Fermentează glucoza, zaharoza, maltoza, asimilează amidon, alcool etilic, acid lactic ș.a.; unele tulpini produc glucoamilază și se pot folosi pentru obținerea de drojdii furajere.

Schizosaccharomyces cuprinde drojdii de formă cilindrică, ovală, la care, desprinderea celei nou-formate prin reproducere se face prin sciziune. *Schizosaccharomyces pombă*, cu dimensiuni (5-7) x (3-5) μm , este xerofită, rezistentă la conservanți, se dezvoltă rapid la 37°C și poate produce alterarea siropurilor de zahăr.

Torulopsis prezintă celule sferice, ovale sau cilindrice. Specii ale genului întâlnite în mustul de struguri (*T. bacillaris*, *T. stellata*) au putere alcooligenă redusă. Sunt osmotolerante, psihrofile, sulfitorozistente. Pot produce alterări ale laptelui concentrat, ale siropurilor, ale sucurilor.

Zygosaccharomyces cuprinde drojdii haploide cu celule ovale, cu proprietăți fermentative, osmotolerante. *Z. rouxii* poate crește în medii cu $a_w = 0,62$. Pot produce fermentarea mierii, a siropurilor concentrate de zahăr cu formare de alcool etilic, acid acetic, CO_2 .

Clasificarea generală a drojdiilor. În tabelul 1.2 se prezintă o clasificare selectivă a drojdiilor, pe baza datelor prezentate de Krieger van Rijj, 1984.

Tabelul 2.1. Clasificarea selectivă a drojdiilor

Diviziune/ clasă/ordin	Familie/ subfamilie	Genuri	Specii
	Saccharomycetaceae a) Schizosaccharomycetoidae	<i>Schizosaccharomyces</i>	<i>Schiz. pombe</i> <i>Schiz. acidovorax</i> <i>Schiz. octosporus</i>
		<i>Debaryomyces</i>	<i>D. hansenii</i>
		<i>Hansenula</i>	<i>H. anomala</i> <i>H. saturnus</i>
		<i>Issatchenkia</i>	<i>I. orientalis</i>
Ascomycota/ Hemiascomycetes		<i>Kluyvemmyces</i>	<i>K. lactis</i> <i>K. fragilis</i>
	b) Saccharomycetoidae	<i>Pichia</i>	<i>P. membranefaciens</i> <i>P. fermentans</i> <i>P. farinosa</i>
		<i>Saccharomyces</i>	<i>Sacch. cerevisiae</i> <i>Sacch. uvarum</i> <i>Sacch. ellipsoideus</i> <i>Sacch. bayanus</i>
		<i>Saccharomycopsis</i>	<i>Saccharomycopsis fibuligera</i>
		<i>Torulaspora</i>	<i>T. delbrueki</i>
		<i>Yarrowia</i> <i>Zygosaccharomyces</i>	<i>Y. lipolitica</i> <i>Z. rouxii</i>
	c) Nadsonioideae	<i>Hanseniaspora</i>	<i>H. apiculata</i>
		<i>Saccharomycodes</i>	<i>Sacch. ludwigii</i>
	d) Lipomycetoideae	<i>Lypomices</i>	
Basidiomycota / Ustilaginales	Filobasidiaceae		
	Cryptococcaceae	<i>Brettanomyces</i>	<i>B. intermedius</i>
		<i>Candida</i>	<i>C. mycoderma</i> <i>C. utilis</i> <i>C. robusta</i> <i>C. tropicalis</i>
Deuteromycota		<i>Kloeckera</i>	<i>K. apiculata</i> <i>K. magna</i>
		<i>Rhodotorula</i>	<i>Rh. glutinis</i> <i>Rh. rubra</i>
		<i>Trichosporon</i>	<i>T. cutaneum</i>
	Sporobolomycetaceae	<i>Sporobolomyces</i>	