Barbora Letková, Lukáš Hleba
Slovenská poľnohospodárska univerzita v Nitre, Fakulta biotechnológie a potravinárstva

Kvasinky

Slovenský názov kvasiniek bol odvodený od schopnosti väčšiny druhov týchto mikroorganizmov skvasovať monosacharidy, niektoré disacharidy, prípadne trisacharidy na etanol a CO_2. Väčšina má sacharolytické schopnosti, a tak sa vyskytujú predovšetkým na substrátoch obsahujúcich jednoduché sacharidy, ako sú ovocie a cukornaté potraviny, takže všeobecne sú v prírode veľmi rozšírené. Okrem pozitívneho využitia, kvasinky spôsobujú aj kazenie kompótov, ovocných muštov a iných výrobkov z ovocia, sladených malinoviek a sladených minerálnych vôd s nižšou hodnotou pH alebo aj kazenie sladového výťažku, medu a plnených čokoládových bonbónov. Negatívny dopad môže mať kontaminácia cudzorodými kvasinkami v droždiarňach, nepriaznivo ovplyvňujúca kvasné schopnosti (zhoršenie kysnutia) a trvanlivosť pekárskeho droždia, ale takisto aj v pivovarníctve a vinárstve, kde zodpovedá za nepriaznivé vplyvy senzorických vlastností konečných produktov. Zásadný význam kvasiniek v priemyselnej výrobe je v produkcii alkoholických nápojov, pekárskeho a kŕmneho droždia. Autolyzáty a extrakty z kvasiniek sa zužitkovávajú ako prísady do potravín a ako významný element živných médií v mikrobiologických laboratóriách. V biochemických laboratóriách sa používajú enzýmy, koenzýmy, nukleotidy, nukleozidy atď. izolované z buniek kvasiniek.

Taxonomické zaradenie *Saccharomyces cerevisiae*

Kvasinky sa radia medzi eukaryotické mikroorganizmy netvoriace samostatnú taxonomickú skupinu. Prevažne sú to jednobunkové organizmy, ktoré sa rozmnožujú predovšetkým pučaním a pri rozmnožovaní obyčajne spracovávajú zdroje uhlíka. Spolu s vláknitými mikroskopickými hubami patria do ríše *Fungi*. Kvasinky sú fakultatívne anaeróbne, môžu rásť tak v prítomnosti, ako aj neprítomnosti vzdušného kyslíka. Kvasinky sú chemoheterotrofné organizmy dosahujúce v priemere šírku bunky približne 3 – 6 µm. Vegetatívna bunka pozostáva zo silnej a pevnej bunkovej steny, tenkej cytoplazmatickej membrány, cytoplazmy s charakteristickými membránovými štruktúrami a jadra s dvojitou jadrovou membránou.

Rod *Saccharomyces* zaviedol v roku 1838 Meyen a bola to jedna z pôvodne objavených kvasiniek. Ale až v roku 1870 bol použitý názov *Saccharomyces cerevisiae* pre pivovarnícku kvasinku, ktorá bola odlíšená od kvasiniek, ktoré skvasovali ovocné mušty. Reess, ktorý morfologicky opísal tieto kvasinky, rozlišoval pivovarnícke kvasinky *Saccharomyces cerevisiae* a vínne kvasinky *Saccharomyces ellipsoideus*. Rozdielnosť medzi nimi spresnil až

Hansen, ktorý zaviedol aj ich fyziologickú charakteristiku.

Doména: *Eucarya*

Ríša: *Fungi*

Oddelenie: *Ascomycota*

Trieda: *Saccharomycetes*

Rad: *Saccharomycetales*

Čeľaď: *Saccharomycetaceae*

Rod: *Saccharomyces*

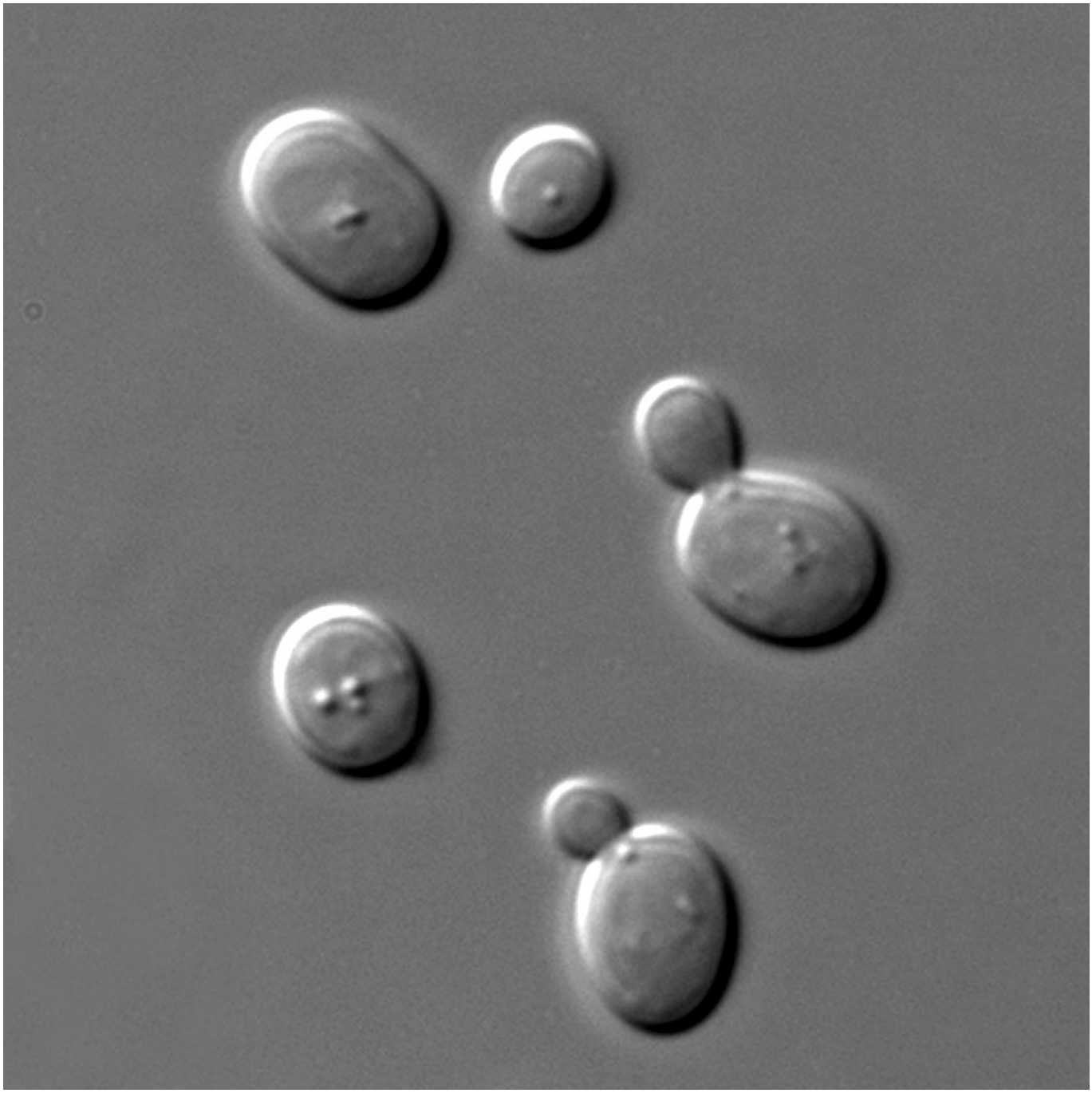
Druh: *Saccharomyces cerevisiae* (Kreger-van Rij, 2013).

V súčasnosti je v rámci rodu *Saccharomyces* platných 9 druhov: *Saccharomyces cerevisiae*, *Saccharomyces paradoxus*, *Saccharomyces mikatae*, *Saccharomyces kudriavzevii*, *Saccharomyces arboricola*, *Saccharomyces eubayanus*, *Saccharomyces uvarum* a dva hybridné druhy *Saccharomyces pastorianus* a *Saccharomyces bayanus*. *Saccharomyces bayanus* a *Saccharomyces pastorianus* sú schopné rásť pri nižších teplotách, oproti ostatným druhom rodu *Saccharomyces,* nerastú pri teplotách nad 37 °C. Druhy v rámci rodu *Saccharomyces* sú si príbuzensky blízke, a tým často veľmi ťažko rozlíšiteľné. Morfologické a fyziologické testy neposkytujú dostatočné rozlíšenie – limitom týchto techník je nestabilná morfológia kvasinkových buniek, ktorá sa mení v závislosti od podmienok prostredia. Rozdielnosť medzi dvoma taxónmi je niekedy založená na malom počte fyziologických vlastností (mutácii aj len jediného génu), čo môže viesť k nesprávnej identifikácii. Genotypové metódy v taxonómii kvasiniek sa zameriavajú na odlišnosti v štruktúre nukleových kyselín a niektoré z nich umožňujú rozlíšenie až na úrovni kmeňov.

Metabolizmus *Saccharomyces cerevisiae*

V kvasinkách, podobne ako v ostatných heterotrofných organizmoch, prebieha anabolizmus súčasne s katabolizmom. Na jednej strane je prítomná oxidácia organických molekúl, ako sú cukry, ktorých výsledným produktom je adenozíntrifosfát (ATP). ATP sa využíva ako zdroj energie pre bunky. Na druhej strane, môžu byť sacharidy použité na tvorbu intermediárnych zlúčenín, z ktorých niektoré majú široké komerčné
využitie.

Rozklad sacharidov môže prebiehať v anaeróbnom alebo aeróbnom prostredí. V prvom prípade sa nazýva kvasenie a v prítomnosti kyslíka sa volá dýchanie. Najbežnejší postup rozkladu glukózy je všeobecne známy ako alkoholové kvasenie, ku ktorému dochádza v anaeróbnych podmienkach a finálnymi produktami sú etanol a oxid uhličitý (Faria-Oliveira et al., 2015).



Bunky kvasiniek *Saccharomyces* s púčikmi (wikipedia)

Výroba liehu

Etanol (lieh) môže byť vyrábaný z rôznych substrátov, ako sú škrob, lignocelulóza a rôzne odpady; v súčasnosti sa takmer všetok etanol vyrába z obilia alebo cukrovej trstiny. Ako substráty na výrobu etanolu sa postupne odporúčajú nepotravinárske zdroje, napr. melasa a buničina z cukrovej repy, odpad z výroby manioku a pod. Výroba etanolu z odpadov má dve hlavné výhody – znižujú sa náklady na likvidáciu odpadu a znižujú sa náklady na výrobu etanolu, pretože tieto odpady sú lacné a sú vhodným substrátom pre *Saccharomyces cerevisiae*.

Najpoužívanejším organizmom pre priemyselnú výrobu etanolu sú pekárske kvasinky *Saccharomyces cerevisiae.* V porovnaní s baktériami, inými kvasinkami a vláknitými hubami, má rod *Saccharomyces cerevisiae* rad výhodných fyziologických vlastností, preferujúcich ho pre použitie v priemyselnej výrobe. *Saccharomyces cerevisiae* toleruje širokú škálu pH s optimom pri kyslých hodnotách, čo znižuje riziko kontaminácie nežiaducimi mikroorganizmami napr. v porovnaní s bakteriálnymi fermentáciami. *Saccharomyces cerevisiae* znáša teploty až do 40 °C, pričom optimálna teplota kultivácie je okolo 30 až 35°C.

Ďalšou výhodou je fermentovanie široko rozšíreného a finančne nenáročného disacharidu sacharóza, pretože *Saccharomyces cerevisiae* produkuje enzým invertáza, ktorý hydrolyzuje sacharózu na glukózu a fruktózu. Umožňuje to využitie takej suroviny, ako je melasa, viskózny zvyšok bohatý na sacharidy, ktorý zostane po kryštalizácii sacharózy z cukrovej repy alebo využitie trstinovej šťavy. Melasa je vzhľadom k jej vysokej osmolalite, výhodným substrátom, ktorý môže byť skladovaný po dlhšiu dobu bez akéhokoľvek mikrobiologického znehodnotenia. Pred liehovým kvasením sa riedi a pretože sa fermentácia vykonáva s vysokou hustotou buniek, doba hlavnej fermentácie je pomerne krátka, 6 – 11 hodín. Takmer výhradne sa na liehové kvasenie melasových substrátov používa kvasinka *Saccharomyces cerevisiae*.

Melasa je jednoduchšou surovinou ako obilie aj z pohľadu primárneho spracovania, pretože pri príprave tzv. zápary stačí nariedenie horúcou vodou a prídavok živín. Väčšinou sa pripravujú pre liehové kvasenie dva typy zápary: slabšia, pre zahájenie fermentácie a silnejšia pre doplňovanie substrátu v kvasných kadiach počas fermentácie. Kvasenie prebieha za anaeróbnych podmienok s využitím produkčného kmeňa *Saccharomyces cerevisiae*, pH sa udržiava medzi 4,5 – 5,0 a teplota by nemala presiahnuť 32 °C. Jedným z dôležitých faktorov, ktorý výrazne ovplyvňuje dobu fermentácie je zákvasná koncentrácia

kvasiniek, ktorá čím je vyššia, tým je kratšia doba fermentácie a vyššia produktivita kvasenia. Odporúča sa, aby objemové pomery medzi jednotlivými propagačnými stupňami boli 1 : 5. Príprava zákvasu je veľmi zdĺhavý proces a náročný na udržanie sterility a spotrebu substrátu a živín. Preto bol vyvinutý spôsob fermentácie pracujúcej už od začiatku s vysokou koncentráciou kvasiniek, ktorá využíva biomasu buniek z predchádzajúcej fermentácie a izolácia produktov prebieha kontinuálne počas fermentácie. Väčšina liehovarov preferuje fed – batch proces výroby etanolu. Vysoká koncentrácia kvasiniek, od 8 do 17 %, môže znížiť fermentačnú dobu na 6 – 10 hodín s konečnou koncentráciou etanolu až do 11 %. Po každom fermentačnom cykle sa kvasinky oddelia a ošetria roztokom kyseliny sírovej, ktorá pôsobí baktericídne na možné kontaminujúce baktérie. Recyklované a revitalizované kvasinky sa následne použijú pre začiatok nového fermentačného procesu. Tento postup sa môže opakovať až 200-krát, pričom sa zníži spotreba uhlíka počas rastu kvasiniek a súčasne sa zvýši produkcia etanolu. Bolo preukázané, že fed – batch procesy s recyklovanými kvasinkami sú menej náchylné na bakteriálnu kontamináciu a zníženie produkčnej schopnosti ako kontinuálne procesy.

Výroba vína

V roku 1863 Louis Pasteur objavil vo vínnom mušte podstatu alkoholového kvasenia a dokázal, že prebieha na základe mikrobiálnej aktivity. *Saccharomyces cerevisiae* je prvoradou kvasinkou určenou pre alkoholové kvasenie vína, a preto sa nazýva aj „vínnou kvasinkou“, ale veľmi významné miesto má aj príbuzný druh *Saccharomyces bayanus.*

V súčasnosti sa využíva na výrobu vín široká škála čistých kvasinkových kultúr, najmä druhy rodu *Saccharomyces*, a to s ohľadom na geografickú oblasť, klímu, druh hrozna a žiaduce organoleptické vlastnosti produktu (chuť, vôňa, farba, triesloviny a pod.).

Základným a najvýznamnejším biochemickým procesom, ktorý sa podieľa na produkcii vína je alkoholové kvasenie. Vzniká pri ňom z cukrov alkohol – etanol a oxid uhličitý. V priebehu kvasenia sa tiež vytvára veľký počet ďalších zlúčenín, tvoriacich typické vlastnosti produktov.

Základným mikroorganizmom pri výrobe vína sú vínne kvasinky *Saccharomyces cerevisiae*, ktoré sa považujú za glukofilné. Mušt z hrozna vínnej révy obsahuje dva najdôležitejšie cukry, glukózu a fruktózu, najčastejšie v pomere 1:1, pričom vínne kvasinky tieto dva cukry veľmi dobre spracovávajú. V priebehu kvasenia potom rýchlejšie využívajú glukózu a pomalšie fruktózu, a preto možný zvyškový cukor vo víne častejšie tvorí práve fruktóza, ktorá navyše pôsobí chuťovo sladším dojmom. Sacharóza sa využíva k doslaďovaniu muštu s nižšou cukornatosťou.

Obsah alkoholu vo víne môže okolo teoretických hodnôt Gay – Lussacovej rovnice kolísať v závislosti od objemu kvasnej nádoby, od teploty kvasenia, od stupňa odkalenia muštu, od použitého kmeňa kvasiniek alebo od prípadného spontánneho kvasenia. Okrem alkoholu a oxidu uhličitého sa pri kvasení produkuje takisto veľký počet viac, či menej, významných primárnych a sekundárnych produktov kvasenia:

- primárne vedľajšie produkty kvasenia sú predovšetkým glycerol, kyselina mliečna, kyselina octová, kyselina jantárová, kyselina citrónová,
- sekundárne vedľajšie produkty kvasenia sú acetón, diacetyl, vyššie alkoholy, estery, aldehydy, ketóny, aromatické látky.

Vínne kvasinky majú pretiahnuté elipsoidné bunky a sú tolerantné k SO_2 (zasírenie muštu). Kvasenie prebieha až do teploty 25 °C po dobu 7 – 14 dní.

Vplyv kvasiniek na arómu vína

Významný vplyv na vývoj ovocnej arómy vo víne môže mať tvorba esterov kvasinkami v priebehu kvasenia, pričom koncentrácia esterov vo víne závisí od druhu a použitého kmeňa kvasiniek. Jednou zo senzoricky najdôležitejších zložiek vína je acetaldehyd. Acetaldehyd vytvára jemnú ovocnú arómu pri nízkych koncentráciách, ale vo vyšších koncentráciách aróma skôr pripomína zhnité jablká. Tvoria ho kvasinky a baktérie oxidáciou etanolu. So zvyšujúcou sa teplotou fermentácie stúpa koncentrácia acetaldehydu vo víne. Kyselina octová tvorí 90 % prchavých kyselín vo víne, zvyšok tvoria kyseliny propiónová a hexánová. Kyselina octová je produkovaná kvasinkami ako medziprodukt počas glykolýzy a zapríčiňuje vznik nepríjemnej arómy octu. Okrem toho, kvasinka *Saccharomyces cerevisiae* vytvára počas alkoholovej fermentácie aj sírne prchavé látky, z ktorých sulfán svojou arómou pripomína hnilé vajcia.

Výroba piva

Konvenčné procesy varenia piva majú veľmi dlhú históriu a môžu byť považované za typický príklad tradičnej biotechnológie. Pivovarníctvo, napriek tomu, že má dlhú tradíciu je stále dynamickým odvetvím, otvoreným novému vývoju v oblasti technológií a vedeckého pokroku. V dnešnej dobe je pivo jeden z najobľúbenejších alkoholických nápojov a pivovarnícky priemysel má globálny význam.

Pivo je produkt alkoholového kvasenia mladiny, získanej zo sladových obilnín (jačmeň), ostatných obilnín alebo zdrojov cukru (pomocné látky) a chmeľu. Zloženie mladiny je veľmi dôležité pre mikrobiálnu aktivitu kvasiniek a kvalitu konečného produktu. Substrát musí

obsahovať organické zdroje uhlíka (sacharidy) a dusíka (najmä proteíny, peptidy a aminokyseliny), ako aj fosforu, síry, minerálne látky a vitamíny. V kvasnom procese sú tiež prítomné chmeľové zlúčeniny, ako horké živice, éterické oleje a polyfenoly.

Všetky kmene *Saccharomyces* sp. produkujú etanol ako konečný produkt fermentácie a podľa ich použitia v praxi pri výrobe piva, sú klasifikované do kategórií vrchných a spodných kvasiniek. Vrchné kvasinky sa používajú hlavne na výrobu piva typu „ale“, „porter“ alebo „sout“ a spodné kvasinky na výrobu piva plzenského typu. Medzi spodné pivovarnícke kvasinky patrí *Saccharomyces cerevisiae* subsp. *uvarum* a *carlsbergensis* a medzi vrchné pivovarské kvasinky patrí *Saccharomyces cerevisiae* subsp. *cerevisiae*.

Druhy pivovarských kvasiniek spodného a vrchného kvasenia sa líšia základnými parametrami:

- spodné kvasinky úplne skvasujú rafinózu (vrchné iba približne z jednej tretiny). Tento trisacharid je enzymaticky štiepený na monosacharid fruktózu a glukózo-galaktózový disacharid melibiózu,
- rozdielne zloženie bunkovej steny – kvasinky spodného kvasenia na konci kvasenia sedimentujú na dne kvasných nádob, pričom kvasinky vrchného kvasenia sú bublinkami CO_2 vynášané na povrch kvasiacej mladiny,
- kvasinky vrchného kvasenia majú vyššiu tepelnú odolnosť (vyššia maximálna teplota rastu),
- rozdielne zloženie genetického materiálu,
- rozdielne technologicky významné vlastnosti – tvorba senzoricky významných látok,
- kvasinky spodného kvasenia majú nižšiu schopnosť sporulácie.

Pri kvasení piva sa využíva schopnosť kvasiniek premeniť jednoduché cukry (glukóza), disacharidy (maltóza) a niektoré trisacharidy (maltotrióza) na etanol a oxid uhličitý anaeróbnym kvasením.

Spodné kvasinky sa v konečnej fáze zhlukujú do vločiek (flokulujú) a sedimentujú na dno kvasnej nádoby. Po stiahnutí piva sa preperú studenou vodou a po premytí sa znovu použijú pre ďalšiu fermentáciu. Proces kvasenia prebieha pri teplote 6 – 12 °C .

Vrchné kvasinky sú po skončení kvasenia vynášané na povrch fermentačnej kvapaliny, kde tvoria hustú penu. Znášajú vyššie teploty ako spodné kvasinky, môžu kvasiť v rozmedzí 10 – 25 °C.

Spodné kvasenie piva

Primiešavanie mladiny sa nazýva očkovanie (pitching), pričom množstvo primiešavanej mladiny závisí od teploty fermentácie. Najčastejšie sa aplikuje 15×10^6 – 25×10^6 KTJ.ml^{-1}. Počas kvasenia sa množstvo kvasinkovej hmoty zvyšuje trojnásobne až šesťnásobne. Kvasenie zvyčajne prebieha v dvoch fázach – primárna fermentácia sa uskutočňuje pri 8 – 15 °C, nasleduje dlhá sekundárna fermentácia pri teplote -1 °C až +4 °C (tzv. ležiacka fáza). Počas primárnej fermentácie sa spotrebuje 90 % skvasiteľných látok a väčšina kvasiniek sa zhlukuje ako pivovarnícka kvasničná biomasa. Po zrení piva je fermentácia dokončená a kvasinky spolu s ďalšími nerozpustnými látkami sa usadia na dne nádrže a následne sa zbierajú. Celkové množstvo pivovarskej kvasničnej biomasy vyrobenej v ležiackej fáze je približne 1,7 – 2,3 kg.m^{-3} finálneho produktu.

Vrchné kvasenie piva

Pri výrobe piva vrchným kvasením je zákvasná teplota 15 až 18 °C (niekedy aj viac), maximálna teplota kvasenia je 25 až 28 °C. Fermentačný tank sa plní len do 2/3, pretože asi tretinu objemu kvasnej nádoby zaberá pena. Na konci kvasenia sa zníži teplota na 20 °C a pri tejto teplote sa na hladine kvasiacej mladiny vytvorí 3 – 5 cm vrstva kvasiniek. V niektorých prípadoch prebieha aglutinácia kvasiniek príliš rýchlo, a preto musí byť kvasný proces udržiavaný recirkuláciou suspenzie buniek alebo sprejovaním kvasničného koláča. V podmienkach cylindrokónických tankov je toto riziko odstránené. Celková doba fermentácie je približne 5 dní. Zber kvasiniek sa robí prepadom alebo odsávaním (princíp vysávača) z hladiny. Niekedy je k separácii kvasiniek používaná odstredivka. Technológiou vrchného kvasenia sa vyrábajú pšeničné pivá, v ktorých je požadovaný obsah CO_2 až 0,9 hm%.

Flokulácia

Flokulácia kvasiniek je reverzibilný, asexuálny a vápnik viažuci proces, pri ktorom bunky k sebe priľnú a vytvoria vločky, pozostávajúce z tisícok buniek. Vločky „flokuly“ sa rýchlou sedimentáciou oddelia od prostredia (spodné kvasinky) alebo stúpajú k povrchu (vrchné kvasinky). Schopnosť kvasiniek flokulovať má značný význam pre pivovarnícky priemysel, pretože poskytuje efektívny, k životnému prostrediu šetrný, jednoduchý a nenákladný spôsob, ako oddeliť bunky kvasiniek na konci fermentácie. Bunky kvasiniek by však nemali flokulovať predtým, ako je mladina kompletne sfermentovaná; predčasná flokulácia mení kvasný proces a môže viesť k vytváraniu chuťovo neprijateľných látok. Ideálne pivovarské kvasinky by preto mali vykazovať silnú flokuláciu až ku koncu fermentácie.

Pri spodných kvasinkách je flokulácia riadená lektínovým mechanizmom, vyžaduje vápnik, je

inhibovaná manózou a inými sacharidmi, ale nie je ovplyvnená etanolom. Vznik flokulácie sa spája so syntézou „aktívneho“ lektínu na povrchu buniek a so zníženou koncentráciou sacharidov v roztoku. Pri vrchných kvasinkách flokulácia neprebieha totožným mechanizmom, nie je inhibovaná manózou a nevyžaduje dodanie vápnika. Nástup flokulácie je ovplyvnený zmenou bunkového povrchu a zvýšením koncentrácie etanolu.

Po vyprázdnení kvasných kadí na ich dne zostáva sediment kvasiniek, ktorý sa skladá z troch vrstiev. Spodná a horná vrstva sú tmavšie a obsahujú väčší podiel nečistôt a mŕtvych kvasiniek. Stredná a najväčšia časť sa nazýva jadro. Má charakteristickú farbu kvasníc. Pri zbere kvasiniek je vhodné zbierať iba jadro, ktoré môže byť použité k ďalšiemu zakvaseniu. Prebytočné odpadové kvasinky sa väčšinou predávajú ako krmivo pre hospodárske zvieratá.

Kvasné nádoby na výrobu piva (pixabay)

Výroba pekárskeho droždia

Melasa z repnej alebo cukrovej trstiny je hlavný substrát použitý vo výrobných droždiarskych závodoch. Zvyčajne obsahuje 65 % až 75 % sacharidov, hlavne sacharózu, ale zloženie je vysoko variabilné v závislosti od postupu rafinácie sacharózy. Sacharóza sa

extracelulárne hydrolyzuje kvasinkami na dva monosacharidy, glukóza a fruktóza, ktoré sa transportujú a začleňujú do metabolizmu kvasiniek ako zdroj uhlíka. Melasa však nemusí obsahovať potrebné koncentrácie všetkých prvkov, potrebných pre rast kvasiniek. Jedným z nich je dusík, pretože jeho obsah v melase je veľmi nízky (menej ako 3 %) a preto sa pridáva vo forme amónnych solí alebo močoviny. Podobne sú doplnené horčík a fosfor. Pre rast kvasinkovej biomasy sú potrebné aj vitamíny biotín, tiamín a kyselina pantoténová.

Produkcia droždia je rast biomasy, teda aeróbny proces, pri ktorom bunky získavajú energiu aeróbnym metabolizmom, čo sa prejaví väčším nárastom kvasiniek. Prívod kyslíka podporuje aeróbny metabolizmus, znižuje produkciu etanolu a stimuluje rast a rozmnožovanie kvasiniek. Tento jav poznáme ako Pasteurov efekt. Druhým javom v metabolizme kvasiniek droždiarsko-liehovarského typu je vplyv glukózy, ktorej koncentrácia pri prekročení určitej hodnoty v médiu inhibuje syntézu aeróbnych enzýmov, pričom anaeróbne enzýmy nie sú inhibované. Výsledkom je tvorba etanolu aj za aeróbnych podmienok. Bunky síce rastú, ale výťažok biomasy je nižší. Tento významný jav sa nazýva Crabtree efekt.

Proces výroby droždia sa začína čírením a sterilizáciou melasy. Hlavnou úlohou čírenia melasy je odstránenie nežiaducich látok, ktoré by mohli brániť rastu kvasiniek. Do kvasných kadí sa prečerpá upravená melasa, do ktorej sa pridá násada, čistá kultúra kvasiniek. Aby celý proces viedol k rastu biomasy kvasiniek a nie k produkcii etanolu, musí sa udržiavať optimálna teplota a súbežné prevzdušňovanie. Ako prvá sa počas 10 – 12 hodín vytvára kvasnicová zápara, ktorá sa odstredí, čím sa získa tzv. kvasničné mlieko, ktoré sa prepiera vodou a uskladňuje pri teplote 4 °C. Kvasničné mlieko sa potom použije ako tzv. násadové droždie v nasledujúcom stupni. Na výrobu expedičného droždia sa v kvasných kadiach pripravuje melasová zápara pridaním určitého množstva násadového droždia do zriedenej melasy, ktorá sa nechá prekvasiť za presne určených podmienok, a to teplota kvasenia 30 °C, pH medzi 4,8 – 6,0 a intenzívne prevzdušňovanie. Počas fermentácie dochádza k intenzívnemu peneniu, ktoré sa odstraňuje použitím odpeňovacích činidiel. Nakoniec sa expedičné droždie odstredí a filtruje, a tým sa získa hmota s obsahom sušiny zhruba 30 %, následne sa upraví na predaj.

Použitá literatúra

ABREU-CAVALHEIRO, A. – MONTEIRO, G. Solving ethanol production problems with genetically modified yeast strains. *Brazilian Journal of Microbiology* [online]. 2013, vol. 44(3), s. 665-671 [cit. 2017-12-05]. DOI: 10.1590/S1517-83822013000300001. ISSN 1517-8382. Dostupné na internete: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1517-83822013000300001&lng=en&nrm=iso&tlng=en>.

BEKATOROU, A. – PSARIANOS, C. – KOUTINAS, A. A. 2006. Production of food grade yeasts. *Food Technology and Biotechnology*, vol. 44(3), s. 407-415. ISSN 1330-9862.

BOKULICH, Nicholas. – BAMFORTH, Charles. 2013. The Microbiology of Malting and Brewing. *Microbiology and Molecular Biology Reviews*. [online]. s. 157 – 172. [cit. 2017-12-06]. DOI: 10.1128/MMBR.00060-12. Dostupné na internete: http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC3668669/.

DENGIS, P. B. – NÉLISSEN, L. R.- ROUXHET, P. G. 1995. Mechanism of yeast flocculation: Comparison of top- and bottom-fermenting strains. *Applied Environmental Microbiology*. vol. 61(2): s. 718-728.

FARIA-OLIVEIRA, Fábio. et. al. 2015. The Role of Yeast and Lactic Acid Bacteria in the Production of Fermented Beverages in South America. *Food Production and Industry: InTech*, [online]. [cit. 2017-12-05]. DOI: 10.5772/60877. ISBN 978-953-51-2191-6. Dostupné na internete: <http://www.intechopen.com/books/food-production-and-industry/the-role-of-yeast-and-lactic-acid-bacteria-in-the-production-of-fermented-beverages-in-south-america>.

FERREIRA, I.M.P.L.V.O – PINHO, O. – VIEIRA, E. – TAVARELA, J. G. 2010. Brewer's *Saccharomyces* yeast biomass: characteristics and potential applications. In *Trends in Food Science & Technology* [online], roč. 21, č. 2, s. 77-84 [cit. 2017-12-05]. ISSN: 0924-2244. DOI: http://dx.doi.org/10.1016/j.tifs.2009.10.008. Dostupné na internete: <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0924224409002702> .

FURDÍKOVÁ, Katarína. – MALÍK, Fedor. 2007. Vplyv kvasiniek na aromatický profil vína. *Kvasný průmysl*. [online], roč. 53, 2007, č. 7-8, s. 215-221. [cit. 2017-12-06]. ISSN 0023-5830. Dostupné na internete: < http://www.kvasnyprumysl.cz/cz/journal/2007/7-8/>.

GOMEZ-PASTOR, Rocio. et al. 2011. Recent Advances in Yeast Biomass Production. Biomass – Detection, Production and Usage. *InTech,* [online], [cit. 2017-12-07]. DOI: 10.5772/19458. ISBN 978-953-307-492-4. Dostupné na internete: <http://www.intechopen.com/books/biomass-detection-production-and-usage/recent-advances-in-yeast-biomass-production>.

HUDECOVÁ, Daniela – ŠIMKOVIČ, Martin. 2009. *Mikrobiológia*. Bratislava : Slovenská technická univerzita v Bratislave. 293 s. ISBN 978-80-227-3194-2.

JAVOREKOVÁ, Soňa – MAKOVÁ, Jana. 2012. *Mikrobiológia.* Nitra : Slovenská

poľnohospodárska univerzita v Nitre. 135 s. ISBN 978-80-552-0760-5.

KADLEC, Pavel. *Technologie potravin II*. Vyd. 1. Praha: Vysoká škola chemicko-technologická, 2002. ISBN 80-7080-510-2.

KOCKOVÁ-KRATOCHVÍLOVÁ, Anna. 1990. *Taxonómia kvasinek a kvasinkovitých mikroorganizmov*. 1. vyd. Bratislava: Vydavateľstvo Alfa, 1990. Edícia potravinárskej literatúry. ISBN 80-05-00644-6.

KOPECKÁ. Jana, et. al. 2012. Kvasinky a jejich využití. *Kvasný průmysl*. [online], roč. 58, 2012, č. 11-12, s. 326-335. [cit. 2017-12-06]. ISSN 0023-5830. Dostupné na internete: <http://www.kvasnyprumysl.cz/cz/journal/2012/11-12/ >.

KREGER-van RIJ. N.J.W. 2013. *The yeasts:a taxonomic study*. Elsevier, Amsterdam, 2013, 3.vydanie. ISBN 9781483290171.

KRESCANKOVÁ, K. – KOPECKÁ, J. – NĚMEC, M. – MATOULKOVÁ, D. 2015.Charakterizace technologicky využívaných kvasinek rodu Saccharomyces.*Kvasný průmysl*. [online], roč. 61, 2015, č. 6, s. 174-185. [cit. 2017-12-06]. ISSN 0023-5830. Dostupné na internete: <http://www.kvasnyprumysl.cz/cz/journal/2012/11-12/ >.

LINKEŠOVÁ, Mária. – PAVELEKOVÁ, Ivona. 2007. *Vybrané kapitoly z chemickej a potravinárskej technológie.*Trnava: Trnavská univerzita v Trnave s. 237. 1. vydanie. ISBN 978-80-8082-170-8.

MATHIAS, T. et al. 2014. Nitrogen Compounds in Brewing wort and beer: A review. *Academic Journal: Journal of Brewing and Distilling*. [online], vol. 5 (2), s. 10-17. [cit. 2017-12-07]. DOI: 10.5897/JBD2014.0042. Dostupné na internete: <http://www.academicjournals.org/journal/JBD/article-full-text-pdf/0A7CB9248727>.

PAVLOUŠEK, Pavel. 2010. *Výroba vína u malovinařů*. 2., aktualizované a rozšírené vyd. Praha: Grada, 2010. ISBN 978-80-247-3487-3.

PROCHÁZKA, S. – KOSAŘ, K. et. al. 2000. *Technologie výroby sladu a piva*. 1. vyd. Praha: Výzkumný ústav pivovarský a sladařský, 2000. ISBN 80-902658-6-3.

SATYANARAYANA, T. – KUNZE, G. 2009. *Yeast biotechnology: diversity and applications*. New York: Springer. 2009. e-ISBN: 978-1-4020-8292-4.

TANČINOVÁ, Dana – MAŠKOVÁ, Zuzana 2014. *Mykológia*. Nitra: Slovenská

poľnohospodárska univerzita., 164 s. ISBN 978-80-552-1164-0.

TESFAW, A. – ASSEFA, F. 2014. Current Trends in Bioethanol Production by Saccharomyces cerevisiae: Substrate, Inhibitor Reduction, Growth Variables, Coculture, and Immobilization.*International Scholarly Research Notices* [online]. 2014, 1-11 [cit. 2017-12-07]. DOI: 10.1155/2014/532852. ISSN 2356-7872. Dostupné na internete: <http://www.hindawi.com/journals/isrn/2014/532852/>.

VERSTREPEN, K. J. – DERDELINCKX, G. – VERACHTERT, H. – DELVAUX, F. R. 2003. Yeast flocculation: what brewers should know. *Applied Microbiology and Biotechnology* [online]. 2003, 61(3), 197-205 [cit. 2017-12-06]. DOI: 10.1007/s00253-002-1200-8. ISSN 0175-7598. Dostupné na internete: <http://link.springer.com/10.1007/s00253-002-1200-8>.