

Vliv nepravých kvasinek na pekařské vlastnosti droždí

RADOVAN KUBÍČEK a ALENA HOUSKOVÁ, Severomoravské lihovary a konzervárny, n. p., Olomouc

683.14

Pekařské droždí v ideálním stavu jsou čisté kvasinky lihového kvašení, *Saccharomyces cerevisiae*, drožďařská rasa, vyrobené velkovýrobním drožďařským postupem z čisté kultury uvedeného mikroorganismu. V současné době se k výrobě droždí užívá několika osvědčených zušlechtěných variet této kvasinky, jež se ve svých vlastnostech (pekařských a výrobních) poněkud různí (v asimilačním spektru, v aktivitě v těstě, ve vzhledových znacích apod.). V běžném pekařském droždí se kromě těchto drožďařských kvasinek vyskytují v menší či větší míře také kvasinky nepravé, obvykle rodu *Candida*, jimiž se přičítá negativní vliv na pekařské vlastnosti droždí, především na mohutnost kynutí (aktivitu v těstě) a někdy i na trvanlivost droždí. Proto byl přípustný obsah nepravých kvasinek v droždí omezen platnou ČSN na 10 %. Negativní vliv nepravých kvasinek na práci droždí v těstě je nesporný, ovšem naprosto není znám jeho stupeň. Současná droždí, vyráběná v jednotlivých drožďárnách ČSSR, často překračují hranici uvedenou normou. Cílem této práce je proto experimentálně podložit a vymezit vliv nepravých kvasinek v droždí na uvedené pekařské vlastnosti, jež jsou rozhodujícím znakem pro posuzování jakosti droždí.

Dosud není přesně znám ani vliv nepravých kvasinek na druhou významnou vlastnost droždí — jeho trvanlivost. Podle dlouholetých pozorování se zdá, že je příznivý, alespoň pokud se týká nepravých kvasinek z rodu *Candida*. Droždí, bohaté nepravými kvasinkami, má podstatně vyšší vzdornost proti roztékání při uchovávání za vyšších skladovacích teplot. Není ovšem jisté, zda tato vlastnost není způsobena technologií.

Současně je třeba osvětlit příčiny, proč se objevují v pekařském droždí nepravé kvasinky. Nejčastěji se setkáváme s aerofilními kvasinkami z rodu *Candida* (dříve označovanými drožďařskými praktiky ve shodě se starším názvoslovím jako torula, mykoderma), tedy kvasinkami velmi blízkými průmyslovým kmenům, užívaným k výrobě „toruly“ pro krmné účely. Výskyt jiných nepravých kvasinek je mnohem menší. Různé variety těchto kvasinek proti drožďařským kvasinkám nespoulují, cukry zkvašují na líh pouze nepatrně (do koncentrace etanolu asi 1 %), avšak v aerobním fermentačním procesu se množí znatelně rychleji než drožďařské saccharomycety (mají asi o ¼ kratší generační dobu). Při aerobním metabolismu mají však podstatně širší asimilační spektrum, a to má zvláštní význam pro jejich výskyt v drožďařských provozech.

V drožďařské výrobě se jako cukerného substrátu užívá takřka výhradně melasy, která obsahuje vedle cukru a malých množství dalších kvasinkami asimilovatelných látek ještě složky, které mohou být využity mnohem výhodněji nepravými kvasinkami z rodu *Candida* než saccharomycetami. Současný

přítokový výrobní způsob v drožďárnách, kdy se pracuje s velmi řídkými záparami, omezujícími tvorbu etanolu, je velmi příznivý právě pro rozvoj *Candidy*. Silný zásev násadních kvasinek rychle zpracovává dodaný zkvasitelný cukr, takže kvasinky jsou stále ve stavu jistého hladovění. Kvasinkám nepřístupné látky z melasy jsou k dispozici takřka výhradně přítomným nepravým kvasinkám, takže ty mají ke svému rozvoji příznivější podmínky. Zkvasitelné cukry spotřebovávají v soutěži se saccharomycetami, neasimilovatelné látky mimo ni. Z uvedených důvodů se nepravé kvasinky (dále jen kandida) ještě významně množí po ukončení přítokování, kdy narůstání kvasinek je prakticky skončeno. Kandida také využívá značné části vytvořeného etanolu k tvorbě biomasy, stejně jako řady dusíkatých sloučenin melasy, pro kvasinky zcela nepřístupných.

Tyto skutečnosti činí z kandidy, z hlediska výtěžnosti, příměs dosti užitečnou, avšak na druhé straně nebezpečnou. Její skromnější nároky, krátká generační doba a široké asimilační spektrum způsobují, že zahnilou kandidu z drožďárny prakticky nelze odstranit bez přerušení výroby. Obnovování kvasničné násady čistými kulturami ušlechtilých kvasinek pouze udržuje jakýsi rovnovážný stav (značně kolísavý) mezi kvasinkami a kandidou v hotovém výrobě, avšak prakticky nedovoluje úplně vytěsnit kandidu z drožďárny. Bez násad z čistých kvasinek by kandida v drožďárně po čase úplně převládla. Jediný způsob, jak by bylo možno kandidu v normálním výrobním procesu potlačovat, by byl postup vedený s vyšší koncentrací etanolu a nadbytkem cukru, tedy v podmínkách výhodnějších pro kvasinky, a to je ovšem z výtěžnostních důvodů pro drožďařské provozy neúnosné.

Mechanismus udržování kandidové kontaminace v drožďařském provozu je asi tento: Do skoro dokonale monokulturních násadních kvasinek 1. generace se dostanou buď kapénkovou cestou, nebo jakýmkoli jiným způsobem (při separaci, lisování, skladování, v potrubí, při fermentaci v otevřených kádích) v celku nepatrném počtu buňky kandidy, která se rozmnoží v konečných fázích přípravy násad 2. a 3. generace, a velmi zřetelně při fermentaci prodejního droždí.

U pekařského droždí lze pouze výjimečně hovořit o droždí nekontaminovaném kandidou. Jakého stupně kontaminace dosáhne, je závislé na vybavení drožďárny krytými nebo otevřenými fermentory, především pro přípravu násad, režimu výrobního procesu, expirace větracího vzduchu mimo kvasinu a dostatečné časové rezervy ve výrobním programu k náležitému čištění všeho zařízení. Přetížení závodu vytváří velmi příznivé podmínky pro zvýšení kandidové kontaminace.

Objektivní zjišťování přítomnosti nepravých kvasinek v pekařském droždí není jednoduché. Přímým

pozorováním mikroskopického preparátu při zvětšení 800 až 1000 zkušený pracovník dosti spolehlivě odliší buňky kvasničné a kandidy na základě rozdílů v tvaru buněk, v disperzi protoplazmy a v jejich celkovém charakteru. Méně zběhlým a neinformovaným posuzovatelům však tyto rozdíly unikají, především u drobných a nevyrážděných buněk. Poměrně spolehlivý je způsob užívající kultivace na pevných půdách, jež obsahují substrát asimilovatelný pouze kandidou. Zaočkování takové pevné půdy známým počtem kvasničných buněk a spočtením vzrostlých kolonií, umožňuje zjistit procentuální zastoupení kandidy v droždí v počtu jedinců. Pro běžnou drožďařskou kontrolu je tento způsob neúnosný pro svou náročnost. Rovněž výsledky stanovení lze obdržet až po několika dnech kultivace. Stejným nedostatkem je zatížení i zjišťování kandidy kultivací na běžných pevných půdách (sladinkový agar), kde lze rozlišit kolonie kandidy a pravých kvasinek obvykle podle barvy a celkového charakteru po případném ověření mikroskopickým preparátem. V drožďařské praxi lze rozeznat droždí značně bohaté kandidou i přímo podle barvy výrobku. Zatímco droždí složené z pravých kvasinek má obvykle světlou barvu krémových odstínů, převládají u droždí zvláště bohatého kandidou našedlé odstíny.

Průzkumem vlivu obsahu nepravých kvasinek droždí na kynutí bylo zjištěno, že droždí, u něhož jsme propočtem zjistili nadměrně vysoký podíl nepravých kvasinek (poměr buněk drožďařských kvasinek a nepravých kvasinek činil 1 : 5), vykazovalo ještě přijatelné pekařské vlastnosti. To nás vedlo k názoru, že přítomné nepravé kvasinky mají enzymatický systém přibližně odpovídající ušlechtilým drožďařským kvasinkám, popř., že jde o pravé kvasinky nápadně morfologicky odlišné od běžných typů. Z uvedeného droždí jsme oba typy kvasinek izolovali, prostudovali a srovnali jejich vlastnosti. Pomocí nakultivovaných nepravých kvasinek jsme prostudovali a objasnili jejich práci v těstě.

Materiál a metodika

K pokusům bylo použito běžného droždí z výroben v Olomouci-Hejčíně a v Olomouci-Pavlovičkách. K izolaci droždí a kandidy a kvasným pokusům bylo vybráno droždí z Olomouce-Hejčina z šarže, zvláště bohaté kandidou. Izolace kandidy a drožďařských kvasinek byla provedena Kochovou metodou nebo roztěrem kapky suspenze na sladinkový agar a výběrem nakultivovaných kolonií. Jako kapalné půdy bylo použito 8 °Bg sladinky připravené ze sladového výtažku a vyčištěné, jako pevné půdy téže sladinky ztužené 2 % agaru. Výběr byl proveden několikrát souběžně za soustavné mikroskopické kontroly.

Vlastnosti izolovaných kvasinek byly zjišťovány:

1. Podle růstu, tvaru, barvy normálních a obrovských kolonií na sladinkovém agaru.
2. Podle rychlosti růstu a prokvašení na tekutých půdách ve Freudenreichových baničkách za fakultativně anaerobních podmínek na sladince a na půdách s glukózou, fruktózou, maltózou, sacharó-

zou a laktózou (k určení kvasného typu). Půdy, s jednotlivými cukry, byly připraveny takto: 0,5 % kvasničného autolyzáta, 0,1 % primárního fosforečnanu draselného, 2,5 % zkoušeného cukru v pitné vodě.

3. Podle hloubky prokvašení uvedených substrátů na etanol.

4. Podle morfologických znaků buněk na jednotlivých půdách.

5. Podle tvorby spor na agaru podle *Gorodkové*.

6. Podle aerobního růstu na laktózovém agaru (0,2 % masového výtažku, 0,2 % KH_2PO_4 , 5 % laktózy, pH upraveno na 5).

Veškeré kultivace byly prováděny při teplotě 28 °C. Kultivace na uvedených půdách byla vedena podle rychlosti růstu a zkvašování 24 až 100 hodin, kultivace obrovských kolonií 11 dní, tvorba spor na agaru byla sledována 7 až 11 dní.

Etanol byl stanovován titračním způsobem oximetricky podle *Kubíčka*. U význačných nálezů byla provedena fotodokumentace.

Izolovaná kandida byla aerobně povrchově namnožena a v množství, potřebném ke studiu pekařských vlastností nakultivována v laboratorním fermentoru na melasové sladince. Fermentace byla vedena přítokově za větrání míchadlem systému Waldhof-Claus při velmi dobrém přestupu kyslíku (posuzováno podle rychlosti růstu biomasy). Konečný objem kapaliny v kultivátoru činil 1000 ml. Kvasničná sušina byla stanovována centrifugační metodou odčítáním sloupce kvasničného sedimentu.

Souběžně byly provedeny kultivace, zaměřené na vysokou koncentraci biomasy v médiu, a kultivace na lihovarských výpalcích, zaměřená k orientačnímu zjištění utilizace kvasinkami nezkvasitelných látek. Při uvedených kultivacích získaná biomasa kandidy byla izolována po 16hodinovém usazení při 5 °C odstředěním a odsátím, a promyta pitnou vodou. Odfiltrované kvasinky byly analyzovány běžným drožďařským způsobem (stanovení sušiny, dusíku) a mikroskopicky bylo ověřeno, že jde o monokulturu. V tomto stavu bylo kandidy použito k dalším pokusům.

Zkoušky mohutnosti kynutí v těstě u droždí, kandidy a jejich směsí byly provedeny způsobem předepsaným ČSN, obvyklým v drožďařské kontrole. Bylo použito švédského přístroje SJA ke stanovení kynutí droždí (termostatu s plynotěsnými komorami, signalizačním zařízením a kymografem, zaznamenávajícím tvorbu CO_2 a dobu kynutí těsta) při teplotě 35 °C.

Výpočty zastoupení hmoty kandidy a pravých kvasinek v droždí byly provedeny na základě měření velikostí buněk (délky a šířky) stanovením průměrných rozměrů (u 50 res. 100 individuí) a propočtem objemů. Vzhledem k rozdílnému tvaru byly kvasinky počítány po úpravě jako koule, kandidy jako válce. Měření byla prováděna okulárním mikrometrem v poměrných jednotkách, bez určení absolutních rozměrů.

Výpočet průměrného zastoupení pravých kvasinek a buněk kandidy u droždí byl prováděn na základě přímého odečtu v mikroskopickém preparátu spočtením buněk obou druhů v několika obrazech a propočtením průměru. Oba způsoby výpočtu (hmoty buněk a poměrného zastoupení nejsou zcela přesné, avšak dostačují k získání objektivního obrazu skutečného stavu.

Průběh pokusů a výsledky

Izolace a kultivace pravých a nepravých kvasinek

Ve vzorku expedičního droždí byla zjištěna mikroskopicky přítomnost minimálně dvou typů morfologicky odlišných kvasinek. Byla připravena suspenze ve sterilní vodě, jíž byl zaočkován sladinkový agar roztěrem. Po třech dnech kultivace byly rozlišitelné dva typy kolonií — sytě krémové, bělavé (kvasinky), a naředlé, průsvitnější (nepravé kvasinky). Odlišnost typu kvasničných buněk ze vzhledově odlišných kolonií byla mnohonásobně ověřena na mikroskopických preparátech.

1. Kvasinky sytě krémových kolonií byly přečištěny střídavou kultivací na sladince a sladinkovém agaru. Na sladinkovém agaru byly získávány kolonie zcela jednotného charakteru. Sladinka byla hluboce prokvašována (koncentrace etanolu: 3,14; 3,36; 4,85 %).

2. Nepravé kvasinky z naředlých kolonií byly přečišťovány opakovanou kultivací (ze suspenze) na sladinkovém agaru. Skýtaly rovněž kolonie zcela jednotné. Opakovanou kultivací na sladince bylo zjištěno celkem slabé prokvašení. (Koncentrace etanolu 0,66; 0,80; 0,80; 0,95; 0,44; 0,61; 0,71 %.) Tvorba křisu nebyla v žádném případě pozorována.

Nepravá kvasinka se při dobré výživě ze skromnějšího přístupu kyslíku tvarově a velikostí blíží ušlechtilým kvasinkám. Buňky jsou vejčité a protoplazma prakticky stejnorodá, bez zřejmé struktury. Často obsahuje silně lomivé kapičky. V chudším prostředí se v hojně míře objevují formy podstatně drobnější, značně protáhlé, v mikroskopickém obraze průsvitnější, drožďařským kvasinkám mnohem méně podobné. Velikost buněk je při dobře živěné kultivaci i v aerobním prostředí prakticky stejná jako u lihových kvasinek.

Z obou typů kvasinek byly vypěstovány obrovské kolonie. V žádném případě nebyla pozorována tvorba pseudomycelia. U nepravých kvasinek nebyla zjištěna tvorba polysacharidických pouzder ani sližu, ani tvorba arthrospor.

Schopnost tvorby spor na agaru podle *Gorodkové* byla zjištěna pouze u kvasinek ze sytě krémových kolonií. Maximální počet spor byl 4 v asku. Sporulace kvasinek z naředlých kolonií nebyla v žádném případě pozorována. Tvorba kvasných plynů ve vpičové kultuře (sladinkový agar) byla pozorována pouze u pravých kvasinek. U nepravých kvasinek bylo přezkoušeno zkvašování některých cukrů a bylo zjištěno, že zkvašují glukózu, fruktózu, maltózu, sacharózu (koncentrace etanolu 0,40—0,61 %), zatímco laktóza zůstává intaktní. Podle zkvašování cukrů jde o II. kvasný typ.

Při srovnání aerobní asimilace laktózy pravých i nepravých kvasinek na agaru byl pozorován u zkoušené nepravé kvasinky pozvolný růst, zatím co pravé kvasinky prakticky nerostly.

Shrnutí morfologických a asimilačních znaků izolované nepravé kvasinky vede k identifikaci této kvasinky jako příslušníka rodu *Candida*, resp. rodu *Torulopsis* (vzhledem k nezjištěné tvorbě pseudomycelia). Podle popsaných znaků usuzujeme, že jde o varietu ze skupiny *Candida robusta*, u níž je minimální sklon k tvorbě pseudomycelia. Jde patrně o organismus velmi blízký průmyslové *Candidě utilis*.

Aerobní kultivace izolované kandidy k pokusům kynutí v těstě

Násadní kandida byla nakultivována z čisté izolované kultury ve velkých Petriho miskách na sladinkovém agaru. Bylo získáno 1,6 g biomasy o obsahu 0,32 g sušiny. Aerobní kultivace byla vedena s přítoky přibližně exponenciálními. K 900 ml pitné vody s rozptýlenou násadou přitékala zápara o složení: 60 g melasy s 50 % cukru, 1 g $(\text{NH}_4)_2\text{HPO}_4$, 0,5 g $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$, pH upraveno na 5, objem 100 ml. Kultivace probíhala celkem 14,5 hodin při 27 až 32 °C. pH bylo regulováno přidávkou 2N čpavku na hodnotu 5. Vcelku bylo přidáno ve formě čpavku 0,485 g N. Průběh narůstání kvasničné sušiny je zřejmý z tabulky 1.

Tabulka 1

Hodina	Přítok zápary	Kvas. sušina	pH	Etanol	Teplota
0	10	0,03	5,—	—	25
3	—	0,08	5,—	—	30
6	10	0,20	5,—	0,34	27,5
9	30	0,35	4,5	—	29,5
12	50	0,60	5,—	0,29	32,—
14,30	—	1,10	5,—	—	32,—

Proces byl předčasně ukončen. Biomasa byla získána (ne kvantitativně) v množství 44 g o sušině 22 % a obsahu hrubého proteinu v sušině 60 %. Mikroskopická kontrola prokázala naprosto jednotný charakter nakultivované kvasinky.

Se získanou kandidou byly provedeny pokusy:

1. Další aerobní kultivace s cílem získat vysokou kvasničnou sušinu v médiu.

2. Zkouška kultivace na melasových výpalcích ke zjištění stupně využívání nezkvasitelných organických součástí melasy.

3. Zjištění aktivity v těstě [kynutí].

1. Kultivace na vysokou kvasničnou sušinu v médiu

Bylo použito stejného způsobu jako v první kultivaci. Násada byla vzata v množství 8,1 g izolované kandidy s obsahem 1,8 g sušiny. Násada byla rozptýlena v 900 ml vody a přítokována zápara složení: 80 g melasy, 1,4 g $(\text{NH}_4)_2\text{HPO}_4$, 1,5 g $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ ve 100 ml. pH se pohybovalo mezi 4 až 5 a bylo upravováno čpavkem v celkovém množství odpovídajícím 1 g N. Kultivační teplota byla 27 až 30 °C.

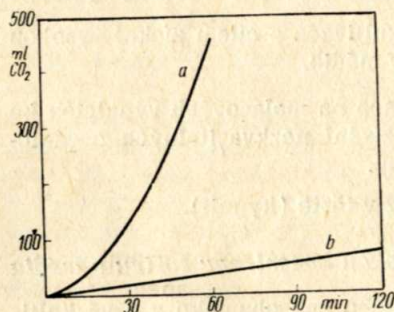
V 10hodinovém procesu bylo dosaženo sušiny 1,8 z výchozí 0,25. Bylo izolováno celkem 60 g biomasy (ne kvantitativně), sušiny 24,2 % a 64 % hrubého proteinu v sušině. Rovněž této kandidy bylo použito k zjišťování aktivity v těstě.

2. Zkouška kultivace na melasových výpalcích

Zkouška byla provedena na stejném zařízení. Jako násady bylo použito 15 g kandidy o 3,7 g sušiny rozptýlené v 900 ml vody. Přítokována byla zápara složení: 3 g sacharózy a 40 g hustých lihovarských výpalků, přiživěných 0,5 g $(\text{NH}_4)_2\text{HPO}_4$ ve 100 ml. Přítok byl rozdělen na 4 hodiny. Teplota byla udržována na 26 až 29 °C. pH se pohybovalo mezi hodnotami 5 až 7 a bylo udržováno přidávkou N kyseliny sírové. Dusík k tvorbě biomasy si odebírala kandida z výpalků. Celý proces byl veden 5 hodin. Výchozí kvasničná sušina činila 0,4; konečná 0,9 %. Spotřeba N kyseliny sírové činila 70 ml. Bylo získáno celkem 5,3 g kvasničné sušiny, z toho připadá na dodaný cukr maximálně 1,5 g, na výpalky 3,8 g, a to odpovídá asi 15 g biomasy. Z použitých výpalků bylo tedy získáno téměř 10 % kvasničné sušiny. Uvedené výsledky svědčí o poměrně dobrých asimilačních schopnostech zkoušené kandidy a malé tendenci k tvorbě etanolu. Při kultivaci na melasové zápaře byla však pozorována dosti výrazná schopnost tvorby etylacetátu.

3. Zkoušky funkce kandidy v těstě

Aby byl modelován obdobný stav, jaký je v případě droždí bohatém kandidou, byly provedeny zkoušky kynutí (práce kvasinek v těstě) jednak čisté kandidy, jednak expedičního droždí a směsí droždí s kandidou. K pokusům bylo použito, vedle nakultivované kandidy, droždí z Olomouce-Pavloviček, které obsahovalo (vyjádřeno v počtu jedinců) 82 % kvasinek a 18 % kandidy. Kynutí kandidy v těstě je samo o sobě velmi pomalé. Proti použitému droždí, které vykazovalo I. dobu kynutí 60 minut, byla u kandidy zjištěna doba kynutí 300 minut. Vznik CO_2 byl velmi pomalý a nepatrný; avšak výrazně neunikal z těsta (obr. 1).



Obr. 1. Křivky kynutí v těstě
a — 5 g droždí (se 7 % hmoty kandidy);
b — 5 g kandidy

Kandida je zřejmě schopna sama o sobě zpracovávat jen velmi omezeně substráty těsta.

Ke zkouškám funkce směsí drožďařských kvasinek a kandidy v těstě byly připraveny tyto kombinace (z celkové navážky 5 g kvasničné hmoty):

a) 1 g droždí a 4 g kandidy (obsah asi 80 % hmoty kandidy),

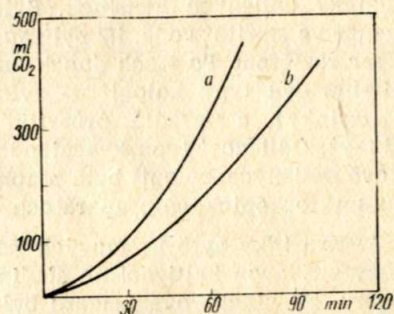
b) 2 g droždí a 3 g kandidy (obsah asi 60 % hmoty kandidy),

c) 3 g droždí a 2 g kandidy (obsah asi 40 % hmoty kandidy).

Aby bylo možno eliminovat vlastní působení droždí při těchto pokusech, byly současně provedeny zkoušky kynutí s jedním, dvěma a třemi g droždí. Výsledky těchto zkoušek jsou graficky zachyceny na obr. 2, 3 a 4.

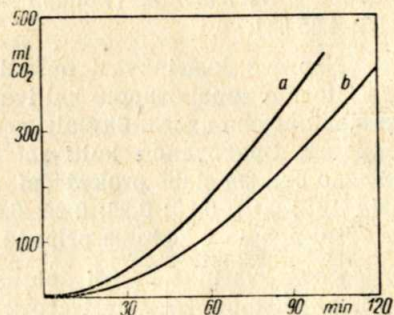
Obr. 2. Křivky kynutí v těstě

a — 3 g droždí (se 7 % hmoty kandidy) a 2 g kandidy (celkem 44 % hmoty kandidy);
b — 3 g droždí (se 7 % hmoty kandidy)



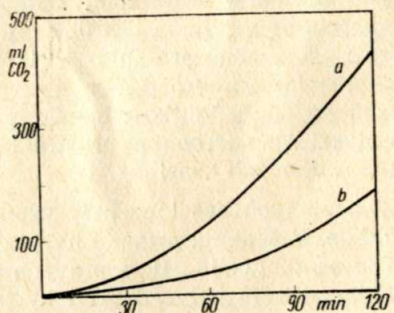
Obr. 3. Křivky kynutí v těstě

a — 2 g droždí (s 12 % hmoty kandidy) a 3 g kandidy (celkem 63 % hmoty kandidy);
b — 2 g droždí (s 12 % hmoty kandidy)



Obr. 4. Křivky kynutí v těstě

a — 1 g droždí (se 7 % hmoty kandidy) a 4 g kandidy (celkem 81 % hmoty kandidy);
b — 1 g droždí (se 7 % hmoty kandidy)



Jednotlivé doby kynutí z těchto pokusů jsou shrnuty v tabulce 2.

Tabulka 2

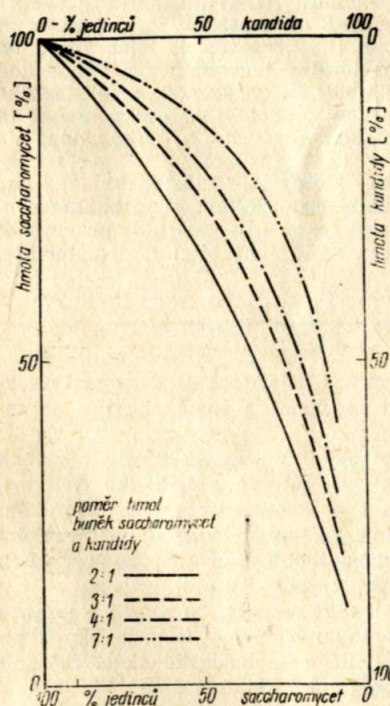
Droždí g	Kandida g	I. doba kynutí	Podle ČSN
5	—	60—81	vyhovuje
—	5	300—360	nevyhovuje
3	—	90	vyhovuje
3	2	73	vyhovuje
2	—	122	nevyhovuje
2	3	101	vyhovuje
1	—	165	nevyhovuje
1	4	117—123	na hranici

Z obr. 2, 3, 4 a z tabulky 2 je zřejmý velmi příznivý vliv kandidy v součinnosti s drožďařskými kvasinkami na mohutnost kynutí. Ve společné práci obou těchto mikroorganismů v těstě se jejich účinky nejenom sečítají, nýbrž do jisté míry i potencují. Tato skutečnost by mohla vést k výkladu, že při společném působení v těstě kvasinka připravuje pro kandidu přímo nedostupný cukerný substrát. Abychom tuto otázku zodpověděl, provedli jsme zkoušky kynutí s čistou kandidou, přitom jsme použili místo předepsané vody k přípravě těsta cukerných roztoků, a to 10% sacharózy resp. 2,5% glukózy. Aktivita kandidy v těstě byla však v těchto případech prakticky nulová. Je proto nutno se přiklonit k názoru, že poměrně vysoká aktivita směsí kandidy a kvasinek je hlubší povahy a spočívá v přímé součinnosti jejich enzymatických systémů.

Určování procentuálního zastoupení kandidy v droždí

Při měření rozměrů buněk kandidy a kvasinek v pekařském droždí byly získány výsledky, že buňky kandidy jsou vesměs podstatně drobnější než kvasničné. Při přímém mikroskopickém pozorování jsou tyto rozdíly vzhledem k protáhlejší formám kandidy méně nápadné. Z toho plyne otázka, zda je správné vyjadřovat procentuální vyjádření nepravých kvasinek v droždí v procentech jedinců (kdy je zjišťování jednodušší) nebo v procentech kvasničné resp. kandidové biomasy (to je správnější). Rozdíly v obou způsobech jsou obrovské jak plyne z údajů v tabulce 4. Některé příklady rozdílných rozměrů a poměrů hmot kvasničných a kandidovaných buněk jsou obsaženy v tabulce 3.

Rozdíly velikostí buněk kandidy plynou ze způsobu kultivace a z velikosti počátečního zásevu kandidy a tudíž i z její výživy během fermentace.



Obr. 5. Nomogram ke grafickému výpočtu biomasy kandidy v droždí ze známého procenta jedinců kandidy a poměru objemů buněk saccharomycet a kandidy

Tabulka 3

Droždí	% zastoupení jedinců		Průměrné rozměry				Objem buněk v μ^3		Poměr objemů
			S		K				
	S	K	d.	š.	d.	š.	S	K	
Pavlov.	82	18	2,2	1,6	2,1	0,9	3,6	1,2	3 : 1
Pavlov.	73	27	2,—	1,5	1,5	0,9	2,3	0,8	3 : 1
Hejčín	23	77	2,4	2,—	1,6	0,8	4,8	0,7	7 : 1

S = saccharomycety, K = kandida, d. = délky, š. = šířky

Tabulka 4

% zastoupení jedinců	Průměrný poměr hmot kvasinky a kandidy			
	2 : 1	3 : 1	4 : 1	7 : 1
S : K	S : K	S : K	S : K	S : K
90 : 10	95 : 5	97 : 3	98 : 2	99 : 1
80 : 20	89 : 11	93 : 7	94 : 6	96 : 4
70 : 30	82 : 18	87 : 13	90 : 10	94 : 6
60 : 40	75 : 25	82 : 18	88 : 14	91 : 9
50 : 50	67 : 33	75 : 25	81 : 19	88 : 12
40 : 60	57 : 43	67 : 23	73 : 17	82 : 18
30 : 70	46 : 54	54 : 46	62 : 38	75 : 25
25 : 75	40 : 60	50 : 50	58 : 42	69 : 31
20 : 80	33 : 67	43 : 57	50 : 50	64 : 36
15 : 85	26 : 74	37 : 63	42 : 58	56 : 44
10 : 90	18 : 82	25 : 75	31 : 69	44 : 56

S = saccharomycety, K = Kandida

V tabulce 4 jsou uvedeny propočty procentuálního zastoupení (po zaokrouhlení na celá procenta) biomasy pravých kvasinek a kandidy v droždí pro některé poměry průměrných objemů buněk obou těchto kvasinek. Propočty byly provedeny za předpokladu, že biomasa kvasinek má prakticky stejnou hustotu jako biomasa kandidy. V obr. 5 je možno přímo odečíst procentuální zastoupení hmot kandidy a kvasinek v droždí, je-li známo procentuální zastoupení jedinců obou druhů a alespoň přibližně zjištěn poměr jejich hmot.

Údaje v tabulce 4 jednoznačně dokazují, že nelze dělat hlubší přímé závěry z nálezu určitého procenta jedinců kandidy v droždí, poněvadž podíl biomasy kandidy může být nepatrný.

U uvedených příkladů droždí z Pavloviček a z Hejčína v tabulce 3 činí poměr biomasy saccharomycet a kandidy 93 : 7 resp. 88 : 12 (Pavlovičky), resp. 67 : 33 (Hejčín). Tomuto poměru odpovídá i zjištěná doba kynutí (Hejčín 94 minut).

Diskuse a závěry

Z provedených pokusů plyne, že v droždí přítomné nepravé kvasinky, identifikované v případě Hejčína a Pavloviček jako kandida, sice ovlivňují negativně mohutnost kynutí v těstě, avšak v mnohem menší míře, než by se dalo očekávat z jejich procentuálního zastoupení. Droždí s obsahem kandidy do 30 % jedinců (asi 10 % hmoty) má kynutí stejné, jako droždí z čistých saccharomycet. Ani značně vysoký obsah hmoty kandidy — 60 %, a to odpovídá více než 80 % jedinců, neprodlužuje I. dobu kynutí nad normou povolenou hranici. Přítomná kandida tedy nepoškozuje podstatně pekařské vlastnosti droždí až do zastoupení asi 40 % biomasy.

Na druhé straně vysoký obsah kandidy v droždí svědčí o dosti nebezpečném stavu zamoření drožďárny kandidou. Hrozí stálé nebezpečí, že se kandida při větším náhodném zásevu příliš rozmůže, a aktivitu droždí v těstě skutečně ohrozí. Z uvedeného důvodu je v zájmu drožďárny, aby se snažila udržovat kandidovou kontaminaci na co možná nízkém stupni, popř. pracovala s monokulturou saccharomycet. Vlastnímu výrobku však přítomnost kandidy do uvedené hranice příliš nevadí, jsou-li saccharomycety samy o sobě dostatečně aktivní. Proto pokládáme normou stanovenou hranici v obsahu kandidy za nereálnou z hlediska jakosti a nepřesnou, poněvadž není řečeno, týká-li se zastoupení jedinců nebo biomasy. Jsou-li pekařské vlastnosti droždí dobré, není třeba k obsahu kandidy přihlížet. Procentuální nález zastoupení kandidy v počtu jedinců naprosto neodpovídá zastoupení hmoty kandidy. Skutečný stav je mnohem příznivější ve prospěch saccharomycet.

Aktivita droždí v těstě není tedy tolik závislá na kandidové kontaminaci droždí, avšak je závislá především na aktivitě produkčního kmene kvasinek, aktivitě jeho enzymatického systému a na technologii výroby, která může aktivitu enzymů podstatně ovlivnit.

Jak již bylo řečeno, přítomná kandida zlepšuje výťažky droždí hlubším využíváním suroviny. Od-

hlédneme-li od výtěžnosti, má tato skutečnost příznivý vliv v tom, že omezuje bakteriální kontaminaci výrobního fermentačního procesu odnímáním substrátu. S tím souvisí i příznivý vliv kandidy na trvanlivost droždí. Celkově je snížena bakteriální kontaminace hotového výrobku a zmenšena možnost rozkladné činnosti přítomných bakterií v kvasinkách. Je pravděpodobné, že se na zlepšené trvanlivosti podílí i sama kandida tím, že její buňky přímou v uchovávaném droždí spotřebovávají některé produkty anomálního kvasničného metabolismu, a tak zmenšují jejich rozkladné působení.

Z celého rozboru funkce kandidy v droždí lze soudit, že je možno považovat ji ve shodě s názory starších drožďářských praktiků za příměs, která v nepřítomnosti velkého množství (do 10 % hmoty) pekařskou jakost droždí nejen nepoškozuje, nýbrž i poněkud zlepšuje.

Literatura

- [1] ČSN 566810 — Droždí — ÚNM, Praha (1963).
- [2] Kubíček, R.: Kvasný průmysl, 9, 1963 : 173.
- [3] Kleinzeller, A.: Kvasný průmysl, 1, 1955 : 41.
- [4] Jonáš, V.: Technologie drožďářství II. Vědecko technické nakladatelství, Praha 1951, s. 489.
- [5] Kocková-Kratochvílová, A.: Kvasinky. Slovenské vydavateľstvo techn. literatury, Bratislava 1957, s. 297, 298, 312.
- [6] Hampl, B.: Mikrobiologická příručka. Nákladem ministerstva zemědělství republiky československé. Praha 1946.

Došlo do redakce 9. 3. 1965

ВЛИЯНИЕ ПРИСУТСТВИЯ ПОСТОРОННЫХ ДРОЖЖЕЙ НА ХЛЕБОПЕКАРНЫЕ КАЧЕСТВА ДРОЖЖЕЙ

В статье рассматривается изменение свойств хлебопекарных дрожжей под влиянием присутствия в них заражающих посторонних дрожжей. Посторонние дрожжи были при их экспериментальном изучении изолированы, идентифицированы как *Candida robusta* и размножены. После этого по методике установленной в чехословацких стандартах определялось их влияние на брожение теста и одновременно проверялась их стойкость. Эксперименты показали, что присутствие дрожжей *Candida robusta* в количестве 10 % (в пересчете на биологическую массу) не влияет неблагоприятно на свойства хлебопекарных дрожжей и на ход брожения теста, при чем стойкость крожжей даже несколько улучшается.

DER EINFLUSS UNECHTER HEFEN AUF DIE EIGENSCHAFTEN DER BACKHEFE

Es werden die Veränderungen der Eigenschaften der Backhefe beschrieben, die durch die Anwesenheit kontaminierender Hefen verursacht werden. Die kontaminierenden Hefen wurden aus der Backhefe isoliert und als *Candida robusta* identifiziert. Weiter wurde bei ihnen die Gärkraft und Haltbarkeit mittels der Standardmethoden bestimmt. Durch diese Versuche wurde bewiesen, dass die 10 % — Anwesenheit der Hefen *Candida robusta* (in % der Biomasse) keinen ungünstigen Einfluss auf die Gäreigenschaften der Backhefe und auf die Haltbarkeit sogar einen günstigen Einfluss hat.



EFFECT OF THE PRESENCE OF FALSE YEAST UPON BAKING PROPERTIES OF TRUE YEAST

The article deals with changes of baking properties of true yeast caused by the presence of contaminating false yeast. Contaminating yeast was isolated, identified as *Candida robusta*, propagated and then tested by employing methods specified in Czechoslovak State Standards (ČSN). Experiments were aimed at ascertaining, whether or not the presence of false yeast deteriorates leavening of dough and stability of yeast. The results of the study indicate that the presence of *Candida robusta* in proportions up to 10 % (expressed in percentage of biological substance) has no undesirable effect upon baking properties of true yeast, improving at the same time slightly its stability.