

Fermentované potraviny

PÉTER BIACS

Súhrn. V súbornom článku sa autor zaoberá problematikou rozšírenia sortimentu a zvýšenia nutričnej hodnoty potravinárskych výrobkov použitím mikroorganizmov. V súlade so súčasným búrlivým rozvojom biotechnológie, najmä v súvislosti s uplatňovaním génových manipulácií, autor venuje pozornosť predovšetkým optimalizácii a kontrole fermentácie a používaniu štartovacích kultúr v mliekárenskom priemysle, mäsopriemysle, pri konzervovaní zeleniny, výrobe chleba a nápojov obsahujúcich alkohol.

Už v neolitickej dobe bola známa a využívala sa fermentačná aktivita mikroorganizmov bez toho, aby sa vedelo o ich existencii. Jedným z prvých poľnohospodárskych produktov bolo pravdepodobne mlieko a syr bol asi prvou fermentovanou poživatinou. Všade na svete sa využívaním spontánnej fermentácie vyrábali rozličné fermentované mliečne výrobky.

Základné poznatky

Potravinársky priemysel vyžaduje rozličné štartovacie kultúry baktérií mliečneho kvasenia na konzervovanie a spracovanie produktov živočíšneho a rastlinného pôvodu. Štartovacie kultúry s vyššou aktivitou a lepšou kvalitou majú podporovať výrobu potravín vysokej kvality.

1. Baktérie mliečneho kvasenia v mliekárenskom priemysle. Fermentačná aktivita mikroorganizmov sa v širokom meradle využíva v mliekárenskom priemysle, kde sa používajú rozličné štartovacie kultúry na výrobu syra, masla, produktov z kyslého mlieka, tvarohu atď.

Prof. dr. Péter Biacs, generálny riaditeľ Ústredného výskumného ústavu potravinárskeho, Herman Ottó út 15, 1525 Budapest MÉR

2. Aplikácia acidotvorných mikroorganizmov v mäso priemysle. Nasledujúce zníženie pH zabráňuje šíreniu nežiadúcich baktérií a skracuje sušenie.

3. Aplikácia mliečneho kvasenia pri konzervovaní zeleniny. Je to bezpečnejšia technika a kvalita finálneho výrobku sa môže štandardizovať.

4. Kyslá chuť a aróma chleba, spôsobená baktériami mliečneho kvasenia. CITOPAN zlepšuje akosť chleba pomocou aditíva, ktoré zlepšuje kyprenie a zvyšuje celkovú kvalitu.

5. Prítomnosť baktérií mliečneho kvasenia v nápojoch obsahujúcich alkohol sa pokladala za nežiadúcu. Dnes sa premena kyseliny jablčnej na kyselinu mliečnu a oxid uhličitý účinkom baktérií vo víne pokladá za prirodzenú redukcii kyslosti a zvyšuje senzorickú hodnotu.

Tabuľka 1. Štartovacie kultúry používané v mliekárenskom priemysle [7]
Table 1. Starter cultures used in the dairy industry [7]

Typ kultúry ¹	Zložka kultúry ²	Taxonomický ³	
		čelad ⁴	rod ⁵
Maslová kultúra ⁶	<i>Streptococcus lactis</i>	<i>Streptococcaceae</i>	<i>Streptococcus</i>
	<i>Streptococcus cremoris</i>	<i>Streptococcaceae</i>	<i>Streptococcus</i>
	<i>Streptococcus diacetylactis</i>	<i>Streptococcaceae</i>	<i>Streptococcus</i>
Syróvá kultúra ⁷	<i>Leuconostoc dextranicum</i>	<i>Streptococcaceae</i>	<i>Leuconostoc</i>
	<i>Lactobacillus helveticus</i>	<i>Lactobacillaceae</i>	<i>Lactobacillus</i>
	<i>Lactobacillus casei</i>	<i>Lactobacillaceae</i>	<i>Lactobacillus</i>
Syróvá kultúra MK ⁸	<i>Streptococcus thermophilus</i>	<i>Streptococcaceae</i>	<i>Streptococcus</i>
	<i>Streptococcus thermophilus</i>	<i>Streptococcaceae</i>	<i>Streptococcus</i>
	<i>Lactobacillus lactis</i>	<i>Lactobacillaceae</i>	<i>Lactobacillus</i>
Jogurtová kultúra ⁹	<i>Streptococcus thermophilus</i>	<i>Streptococcaceae</i>	<i>Streptococcus</i>
	<i>Lactobacillus bulgaricus</i>	<i>Lactobacillaceae</i>	<i>Lactobacillus</i>
Kefírová kultúra ¹⁰	<i>Streptococcus lactis</i>	<i>Streptococcaceae</i>	<i>Streptococcus</i>
	<i>Streptococcus cremoris</i>	<i>Streptococcaceae</i>	<i>Streptococcus</i>
	<i>Lactobacillus casei</i>	<i>Lactobacillaceae</i>	<i>Lactobacillus</i>
	<i>Candida pseudotropicalis</i>	<i>Saccharomycetaceae</i>	<i>Lactobacillus</i>
	Kefir bacillus		
Acidofilná kultúra ¹¹	<i>Lactobacillus acidophilus</i>	<i>Lactobacillaceae</i>	<i>Lactobacillus</i>
Acidofilná kultúra, testy so streptokokom ¹²	<i>Lactobacillus acidophilus</i>	<i>Lactobacillaceae</i>	<i>Lactobacillus</i>
	<i>Streptococcus lactis</i> var. <i>taette</i>	<i>Streptococcaceae</i>	<i>Streptococcus</i>
Červeňová kultúra ¹³	<i>Brevi bacterium L.</i>	<i>Actinomycetes</i>	<i>Arthrobacter</i>
Plesňová kultúra ¹⁴	<i>Penicillium roqueforti</i>	<i>Hyphophialoconidiaceae</i>	<i>Penicillium</i>
	<i>Penicillium caseicola</i>	<i>Hyphophialoconidiaceae</i>	<i>Penicillium</i>
Kultúra kyseliny propionovej ¹⁵	<i>Propionibacterium freudenreichii</i> subsp. <i>shermanii</i>	<i>Actinomycetes</i>	<i>Propionibacterium</i>

¹Type of culture; ²Component of culture; ³Taxonomically; ⁴Family; ⁵Genus; ⁶Butter culture; ⁷Cheese culture; ⁸Cheese culture, fatty acids; ⁹Yogurt culture; ¹⁰Kefir culture; ¹¹Acidophilous culture; ¹²Acidophilous culture, tests with *Streptococcus*; ¹³Rouge culture; ¹⁴Mould culture; ¹⁵Propionic acid culture.

Baktérie mliečného kvasenia v mliekárenskom priemysle

V mliekárenskej priemyselnej technológii sa na produkcii syra, masla, výrobkov z kyslého mlieka, tvarohu atď. používajú štartovacie kultúry s jedným alebo viacerými druhmi mikróbov. Štartovacie kultúry, pridané do pasterizovaného mlieka alebo mliečnych produktov počas výroby, dodávajú mliečnym výrobkom chuť, konzistenciu a niekoľko iných charakteristických znakov. Tabuľka 1 ukazuje zložky štartovacích kultúr používaných v mliekárenskom priemysle. Štartovacie kultúry sú významné pri riadenej fermentácii i pri tvorbe chuti a arómy. Pretože technológia mliečnej priemyselnej fermentácie je veľmi dôkladne spracovaná a základné výrobné prvky sú viac-menej tie isté v rozličných krajinách, uvediem tu iba špeciálny typický maďarský výrobok — kyslú smotanu. Produkty z kyslého mlieka a ich hlavné charakteristiky udáva tabuľka 2. Kyslá smotana sa vyrába ďalším zriedením pasterizovanej smotany so 40 % obsahom tuku a okyslením baktériami mliečného kvasenia. Kým väčšina fermentovaných mliečnych produktov sa konzumuje v prirodzenom stave, jogurt sa často dochucuje ovocím alebo ovocnými esenciami. Treba spomenúť aj niektoré exotické mliečne produkty, ako napr. bulharské mlieko, kefir a kumys, ktoré sú populárne v slovanských krajinách a viliu z Fínska.

Výrobky štandardnej akosti a rovnakých kvalitatívnych charakteristík sa môžu vyrábať iba so štartovacími kultúrami, ktoré pozostávajú z kmeňov známych vlastností, a sú teda vhodné na usmernenie výrobného procesu a kvality produktov. Kultúry používané v mliekárenskom priemysle sa môžu vyrábať a používať v tekutej alebo lyofilizovanej forme. Prednosť lyofilizovanej formy

Tabuľka 2. Hlavné znaky produktov z kyslého mlieka [7]
Table 2. The main characteristics of sour milk products [7]

Špecifikácia produktu ¹	Kultúra použitých mikróbov ²	Hlavné zložky tvoriace chuť mliečného kvasenia ³
jogurt a výrobky jogurtového typu ⁴ kefir ⁵	jogurt ¹⁰ kefirová kultúra ¹¹	kyselina mliečna, acetaldehyd ¹⁶ kyselina mliečna, kyselina uhličitá, CO ₂ , alkohol ¹⁷
kyslá smotana ⁶ acidofilné mlieko ⁷ bijogurt ⁸	maslová kultúra ¹² acidofilná kultúra ¹³ acidofilná a streptokoková kultúra ¹⁴ maslová kultúra ¹⁵	kyselina mliečna, acetoín, diacetyl ¹⁸ kyselina mliečna ¹⁹ kyselina mliečna ¹⁹ kyselina mliečna ¹⁹
koagulované mlieko ⁹		kyselina mliečna, acetoín, diacetyl ¹⁸

¹Specification of the product; ²Applied microbe culture; ³Main components forming lactic acid flavour; ⁴Yogurt and yogurt type products; ⁵Kefir; ⁶Sour cream; ⁷Acidophilous milk; ⁸Bijogurt; ⁹Coagulated milk; ¹⁰Yogurt; ¹¹Kefir culture; ¹²Butter culture; ¹³Acidophilous culture; ¹⁴Acidophilous and *Streptococcus* culture; ¹⁵Butter culture; ¹⁶Lactic acid, acetaldehyde; ¹⁷Lactic acid, carbonic acid, CO₂, alcohol; ¹⁸Lactic acid, acetoín, diacetyl; ¹⁹Lactic acid.

je v tom, že sa môže uchovávať dlhší čas a možno ju využiť vo veľkovýrobe kultúry i pridať priamo do produktu. Všetky kultúry používané v mliekárenskom priemysle sa v Maďarsku pripravujú v Mliekárenskom experimentálnom ústave centrálne. Bežne sa dodávajú iba lyofilizované kultúry. Vývoj a využívanie kultúr smeruje ku koncentrovaným a konzervovaným štartovacím kultúram [1].

Využívanie acidotvorných mikróbov v mäso priemysle

Využívanie mikrobiálnych procesov v mäso priemysle je pomerne nové a obmedzené na štartovacie kultúry používané na výrobu zrelých mäsových výrobkov. Priaznivé znaky užitočných baktérií sa použili pri dlhodobom dozrievaní — tu máme na mysli predovšetkým rozličné spôsoby lákovania (peklovania) — skúšajú sa podmienky prostredia, ktoré by pridali chuť pri množení a metabolizme užitočných baktérií. Počas peklovania dusičnanom, tento sa čiastočne redukuje na dusitan ako výsledok aktivity baktérií redukujúcich dusičnan, kým farba produktu sa rozvíja a stabilizuje. Hlavnú úlohu tu hrá *Micrococcus* sp. Počas rýchleho dusitanového peklovania sa mikroflóra zúčastňuje na tvorbe chuti peklovaného produktu. Peklovanie rozvíja farbu, chuť, krehkosť a konzervuje počas zrenia i po ňom. Mikroflóra v láku má aj aromatický účinok. Mikroflóra v lákoch obsahuje nielen užitočné baktérie dezintegrujúce dusičnan, ale aj niekoľko iných druhov. Tieto sa dostávajú do čerstvého láku jednak z jeho zložiek, jednak z prostredia alebo prídavkom starého láku. Množenie mikróbov nastane, keď sa mäso vloží do láku; koncentrácia soli a teplota láku určujú typ mikroorganizmov, ktoré rozmnožujeme.

Tak ako plesnivenie salám, aj rozvoj mikroflóry v láku má viac-menej spontánny priebeh. Hoci skutočná úloha bielej alebo svetložedej plesne salám nie je celkom objasnená, aj tak sa pokladajú za užitočné mikróby. Pekný obal je neodlučiteľný od maďarskej salámy a okrem toho pôsobia vzhľadové plesne na arómu a hospodárenie s vodou a zároveň sa zabraňuje stuchnutiu nepriesvitnosťou obalu. Preto je rozvoj plesne salám dôležitou a organickou časťou technológie ich výroby. Na tvorbe plesní sa zúčastňuje niekoľko druhov; konzistencia usadeného druhu je určená plesňovou infekciou v ovzduší závodu, kým konzistenciu prevládajúceho druhu ovplyvňujú technologické zásahy (teplota, vlhkosť atď.). Plesnivenie je spontánny proces, syntetická metóda plesnenia očkovaním nebola úspešná ani v MLR ani inde [4].

Užitočné mikróby sa 30 rokov používali v mäso priemysle ako štartovacie kultúry v Európe i USA. Štartovacie kultúry v mäsových výrobkoch môžu spôsobovať tvorbu kyslosti, redukcii dusičnanu na dusitan a rozvoj arómy.

Medzi nimi azda najdôležitejšia je tvorba kyslosti. Zníženie pH zabraňuje šíreniu nežiadúcich baktérií, a tým sa produkcia stáva technologicky spoľahlivejšou a produkt hygienicky bezpečnejší. Pokles pH zvyšuje odparovanie vody vo výrobku, tým skracuje proces sušenia, čo znamená ekonomický prínos; stabilita farby a konzistencie sú lepšie a kyseliny sa zúčastňujú na rozvoji charakteristickej chutnosti produktu. Redukčná aktivita z dusičnanu na dusitan, ako sme už uviedli, je dôležitá pre rozvoj a stabilizáciu farby a aj pre zníženie obsahu zvyškového dusitanu a dusičnanu. Dusičnan sa stal osobitne dôležitým pre tvorbu nitrozamínov. Aróma sa rozvíja nielen už uvedenými kyselinami, ale aj rozličnými karbonylovými zložkami, voľnými mastnými kyselinami, ktoré vznikajú v priebehu aktivity mikróbov. Dva druhy mikróbov — tvoriacich kyselinu a dezintegrujúcich dusičnan — dusitan — sa používajú ako štartovacie kultúry. Kyselinotvorné mikróby sú laktobacily a streptokoky (najčastejšie *Lactobacillus plantarum*, *Streptococcus diacetilactis*, *Pediococcus cerevisiae*); mikróby denzintegrujúce dusičnan — dusitan sú koky (*Micrococcus nepatogenus* *Staphylococcus*).

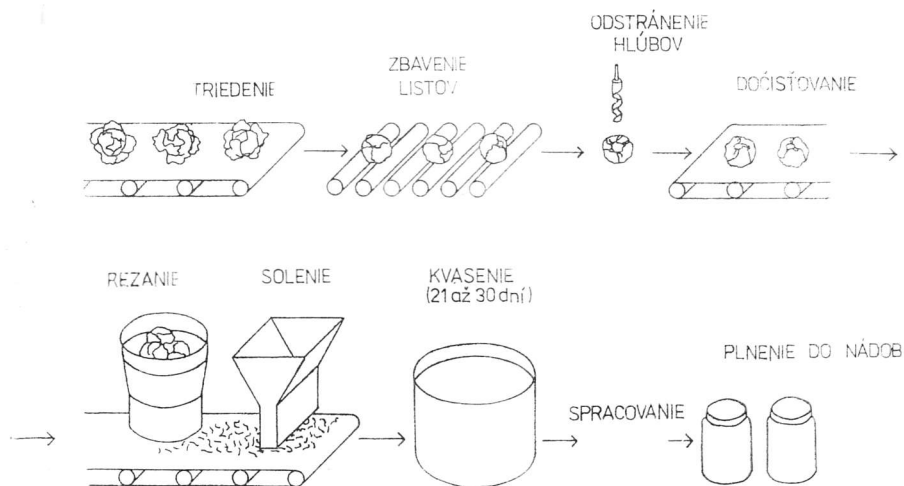
S kultúrami produkujúcimi kyselinu sa môžu vyrábať produkty s rýchlym zrením a kultúrami redukujúcimi dusičnan — dusitan produkty s dlhým zrením. Zmesné kultúry (laktobacily a mikrokoky) sú vhodné na výrobu produktov so stredným časom zrenia.

Keď sa pridajú do mäsových výrobkov štartovacie kultúry, ich výroba sa stane nielen technologicky spoľahlivejšou a výrobok hygienicky bezpečnejšou, ale získajú sa aj ekonomické výhody. Nová technológia šetrí mäso, pracovný čas sa skracuje, náklady potrebné na energiu pre závod s klimatizáciou klesnú, čas zrenia produktu sa skracuje, a tým sa významne zvyšuje kapacita.

Využitie mliečneho kvasenia pri konzervovaní zeleniny

Fermentácia je stará konzervačná metóda potravín a ako veľkometóda sa uplatnila v našom desaťročí (obr. 1). Fermentáciu produktov rastlinného pôvodu spôsobujú rozličné typy mikroorganizmov tvoriacich populáciu rozličných komponentov. Kvôli rôznorodému a menlivému charakteru tejto prirodzenej mikrofóry sa mliečna fermentácia dá menej regulovať a nezabezpečuje konštantnú kvalitu finálneho výrobku. Fermentačné procesy sa môžu riadiť iba vytvorením vhodných faktorov prostredia. Štartovacie kultúry odstraňujú ťažkosti vyskytujúce sa počas spontánnej mliečnej fermentácie. Najdôležitejšie mliečne kvasené priemyselné produkty sú kapusta, nakladané a kvasené uhorky, paprika, rajčiny a iné kombinované produkty. Technika mikrobiálnej fermentácie spomaľuje množenie mikróbov spôsobujúcich kazenie. Nevyhnutné

solenie pri nakladaní (2—10 % koncentrácia NaCl) je ochranné samo osebe a súčasne zabezpečuje vhodné prostredie pre množenie baktérií mliečného kvasenia. Tieto mikroorganizmy sa množia využitím obsahu cukru v médiu, tvorí sa kyselina (pH klesá) a tieto faktory zvyšujú stabilitu každej osebe i spoločne



Obr. 1. Postupový diagram konzervácie nakladanej kapusty metódou suchého solenia podľa [6].

Fig. 1. Diagram showing the process of conserving sauerkraut by the method of dry salting according to [6].

a klesá nebezpečenstvo skazenia. Baktérie, ktoré sa zúčastňujú na acidifikácii a spôsobujú mliečnu fermentáciu, možno zaradiť do 3 hlavných skupín:

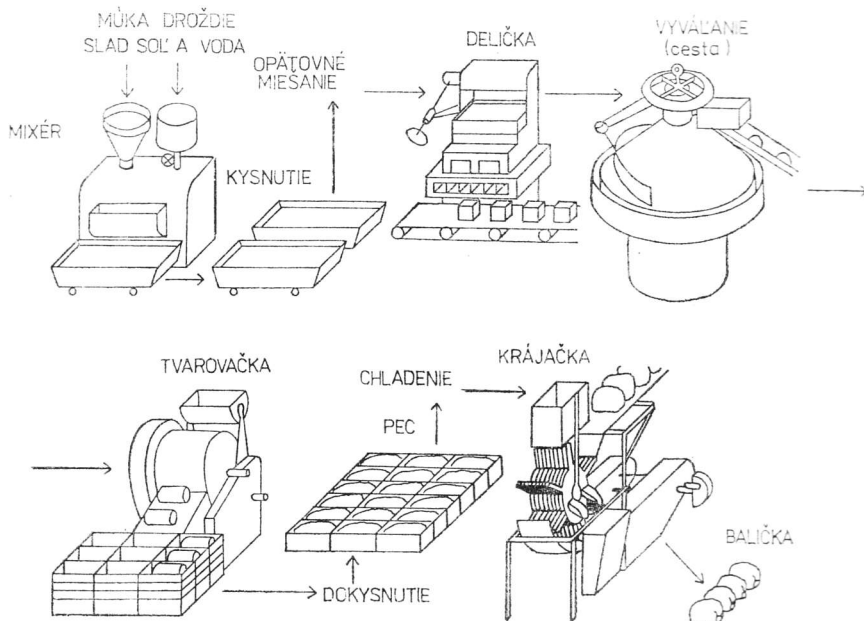
1. plynotvorné koky (napr. *Leuconostoc mesenteroides*),
2. tyčinky netvoriace plyn (napr. *Lactobacillus plantarum*),
3. plynotvorné tyčinky (napr. *Lactobacillus pentaaceticus*).

Všeobecne sa aplikujú čisté kultúry, lebo so zmiešanými kultúrami sa ťažko pracuje. V teraz používaných technológiách sa tvorba plynov a peny odstraňuje obmedzením množenia plynotvorných baktérií citlivých na kyselinu od začiatku udanou koncentráciou kyseliny. Kvalita fermentovaných nakladaných produktov je lepšia ako spracovaných tepelne. Pri použití štartovacích kultúr a vzhľadom na technologické parametre je nakladacia technika bezpečnejšia a jednoduchšia vo veľkom meradle a kvalita finálneho výrobku je dobrá a stála [3].

Treba uviesť aj rozličné fermentované potraviny z výhodných krajín z rôznych základných materiálov rastlinného pôvodu po pridaní plesní (*Rhizopus* sp., *Aspergillus oryzae*, *Monascus purpureus*, *Mucor* sp.), kvasiniek (*Saccharomyces rouxii*, *Torulopsis* sp.) alebo baktérií (napr. *Pediococcus soyae*).

Kyslá chuť a aróma chleba spôsobená baktériami mliečneho kvasenia

Chlieb, našu veľmi dôležitú potravu, piekli najpravdepodobnejšie už v Egypte asi na začiatku najstaršej histórie. Prvé chleby boli ploché a bez kvásku; dodnes sa takéto chleby vyrábajú v mnohých častiach sveta. Tradične sa chlieb vyrába s pekárskym droždím — vhodným kmeňom *Saccharomyces cerevisiae* (obr. 2). V západných krajinách, najmä USA, používali sa druhy baktérií na



Obr. 2. Postupový diagram výroby chleba podľa [6].

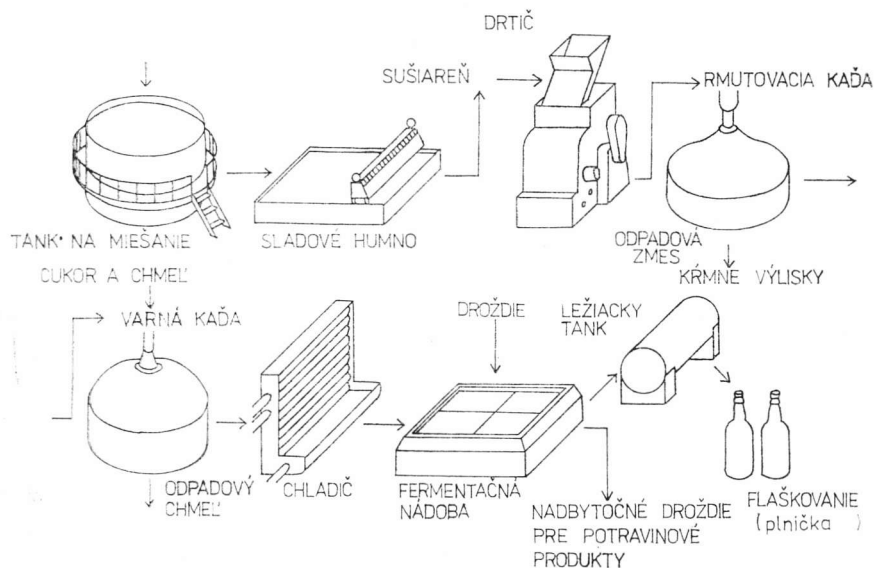
Fig. 2. Diagram showing the process of bread production according to [6]

výrobu rôznych priemyselných pekárskych výrobkov; v MER sa dlho robil a piekol doma. Domáci chlieb si uchovával výbornú chuť a arómu niekoľko dní a nevyschol, ani sa nestal lepkavým. Keď sa pečenie chleba spriemyslenilo, výrobný čas sa urýchlil a objem výroby zväčšil. Strojová technológia nie vždy dovolí, aby došlo k mikrobiologickým zmenám alebo aby tieto prebehli v ceste. Priemyselne vyrábaný chlieb zvyčajne nedosahuje žiaducu úroveň kvality. Kvalita chleba sa však v niekoľkých závodoch zlepšila pridaním CITOPANu (sušený aktívny kvások s kyslým agensom). Podstatou inej novozavedenej a patentovanej metódy je, že kvások zabezpečuje aj množenie baktérií mliečneho kvasenia, ktoré sú zodpovedné za produkciu kyseliny a tvorbu zložiek

chuti a arómy. Tzv. „slabokvásoková“ metóda osamostatňuje v technologickom procese mliečnu fermentáciu, vytvárajúcu kyselinové, chuťové a arómové zložky, od droždového kysnutia cesta. Baktérie mliečneho kvasenia sa rozmnožujú v osobitnom fermentačnom stupni, vytvárajúc tým priaznivé kvasné podmienky. Takto sa môže optimalizovať fermentácia z hľadiska produkcie chutnosti, arómy a kyseliny. Fermentácia sa môže naplno optimalizovať vo veľkovýrobe. Pri fermentácii sa používa kmeň *Lactobacillus brevis*. Nová metóda je pomerne lacná, s malými úpravami sa môže použiť v malovýrobe i veľkovýrobe; významne zlepšuje kvantitu i kvalitu produktov a súčasne šetrí energiu i mzdy.

Úloha baktérií mliečneho kvasenia v nápojoch s obsahom alkoholu

Dobre známou fermentačnou metódou je výroba nápojov s rozličným obsahom alkoholu, napr. z obilnín. Archeologické dôkazy ukazujú, že umenie variť pivo bolo pokročilé už pred viac ako 6000 rokmi (obr. 3). Zásadne sa používajú dva druhy fermentačných metód piva. Počas kvasenia pív typu lager sa kvasinky usadzujú na dne fermentačného tanku (spodné kvasenie). Kvasinky spodného kvasenia sa začali spomínať v poslednom desaťročí, sú to *Saccharomyces carlsbergensis*. Vo Veľkej Británii a v časti Európy i v USA kvasinky používané pri

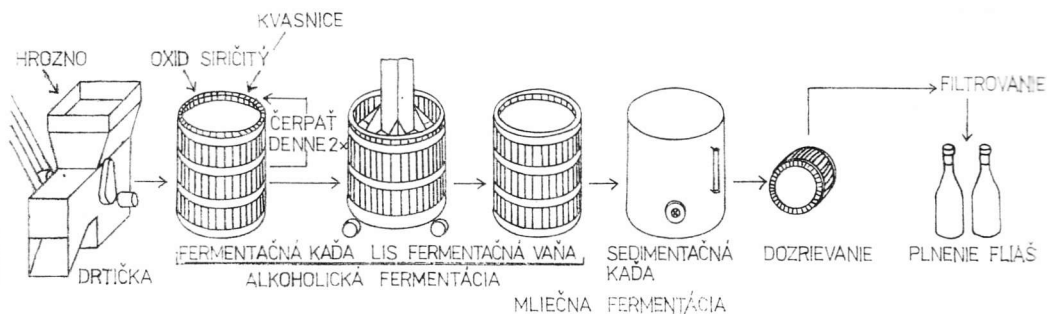


Obr. 3. Postupový diagram výroby piva podľa [6].

Fig. 3. Diagram showing the process of beer production according to [6].

varení piva stúpajú počas kvasenia k povrchu (vrchné kvasenie). Kvasinky vrchného kvasenia sa klasifikujú ako kmene *Saccharomyces cerevisiae*. Taxonómia pokladajú dva typy kvasiniek za odlišné kmene toho istého druhu, hoci ich tradičné meno sa naďalej používa v pivovarskom priemysle [6].

Technológia výroby vína je omnoho jednoduchšia a sotva sa za uplynulých 6000 rokov zmenila (obr. 4). Až donedávna hroznová šťava spontánne kvasila pomocou mikroorganizmov prítomných na povrchu hrozna. V neskoršom štádiu



Obr. 4. Postupový diagram generalizovaného procesu pri spracovaní vína podľa [6].
Fig. 4. Diagram showing the generalized process of wine production according to [6].

kvasenia *S. cerevisiae* sa stávajú najdôležitejšími, lebo alkohol vytvorený z cukru zabíja iné druhy kvasiniek. Dnes sa pridávajú špeciálne vybrané kultúry *S. cerevisiae* do hroznej šťavy [2].

Zaujímavá je výroba špeciálneho tokajského vína a tzv. Aszu. Pri výrobe — okrem normálneho kvasenia — sú podstatne dôležité mikróby. Šlachetná plesň hrozna za vhodnej teploty spôsobuje *Botrytis cinerea*. Tzv. ušľachtilá plesň pri tvorbe mycélia na hrozne spôsobuje značnú stratu vody z bobúl a tvoria sa z nich tzv. cibéby. Metabolizmus *B. cinerea* spôsobuje zvýšenú koncentráciu iných zložiek hrozna, preto vína a suché ušľachtilé plesnivé hrozná majú odlišné zloženie ako hrozno zoschnuté bez plesní. Takto klesá obsah cukru a titrovateľnej kyseliny, kým obsah kyseliny citrónovej a glukónovej stúpa. Kyselina glukónová je charakteristická aj pre víno vyrobené z hrozna s ušľachtilou plesňou, ako aj vyšší obsah glycerínu, väčší pomer vyšších alkoholov a nižší obsah aminokyselín. Obsah kyseliny pyruvátvej a 2-keto-glutarovej je vyšší vo víne Sauternes a v príbuzných vínach, obsah tanínu a leukoantocyanínu je nižší ako v iných vínach. Chuť a aróma tokajských vín sa čiastočne tvorí plesňami (*Cladosporium cellare*), ktoré pokrývajú steny pivníc.

Vína vyrobené z hrozna s ušľachtilou plesňou boli vždy veľmi cenené a populárne a robilo sa niekoľko pokusov napodobniť ich. Avšak umelá ušľachtilá plesň nespĺnila očakávanie ani in vitro, ani in vivo.

Pri výrobe červených vín sú prirodzené mikroorganizmy eliminované v dôsledku ošetrovania teplom a rozvoj pridanej kvasinkovej flóry sa líši od originálnej flóry — prevládajú druhy *Saccharomyces*.

Počas výroby maďarských červených vín konverzia biologickej kyseliny jablčnej má svoje dôležité miesto. Červené víno sa môže pokladať za biologicky stabilné, ak sa v ňom nevyskytne nijaký cukor alebo kyselina jablčná. Kyselina jablčná je druhým hlavným cieľom mikroorganizmov, najmä baktérií mliečneho kvasenia. Premena kyseliny jablčnej, ktorá nastane spontánne, môže prebehnúť buď priaznivo, vtedy je červené víno dobrej kvality, buď môže mať za následok nežiadúce zmeny.

Usmerňovanie biologickej jablčno-mliečnej fermentácie je v súčasnosti jedno z hlavných úsílí výskumníkov.

Baktérie mliečneho kvasenia, vyskytujúce sa vo víne, uvádza tabuľka 3.

Tabuľka 3. Baktérie kyseliny mliečnej vo vínach [5]
Table 3. Lactic acid bacteria in wines [5]

Koky ¹ homofermentačné ³ heterofermentačné ⁴ Bacily ² homofermentačné ³ heterofermentačné ⁴	<i>Pediococcus</i> sp. <i>Leuconostoc gracileovinos</i> <i>Lactobacillus casei plantarum</i> <i>Lactobacillus hilgard brevis</i>
--	---

¹Cocci; ²Bacilli; ³Homofermentative; ⁴Heterofermentative.

Výskyt priaznivých homofermentatívnych druhov je skôr nízky. Z homofermentatívnych baktérií sú najdôležitejšie tie, ktoré nenapádajú kyselinu vínnu a glycerín. Sú skôr bežné a môžu byť nebezpečné, keď je vo víne prítomný cukor a pH je vysoké. Optimálna teplota jablčno-mliečnej fermentácie je 20—25 °C. Mierna aerácia môže byť výhodná, ale kyslík nie je najdôležitejším faktorom pri fermentácii. pH sa zdá byť najdôležitejším parametrom, je selektívny oproti baktériám mliečneho kvasenia, ktoré sú vo víne. Jablčno-mliečna fermentácia sa začína pri pH 3—4; čím vyššie pH, tým rýchlejší proces. Medzi druhmi baktérií, ktoré spôsobujú priaznivú biologickú premenu kyseliny jablčnej, je najčastejšie *Leuconostoc oenos*, ktorý dodáva vínu príjemnú chuť. Druhy *Lactobacillus* a *Pediococcus* genus zapríčiňujú skazenie vín. Tieto druhy, najmä *Pediococci*, sú citlivé na pH a nemnožia sa pod pH 3,5. Nízke pH (3,2—3,3) maďarských vín je priaznivé pre činnosť druhu *Leuconostoc*. Počas jablčno-mliečnej fermentácie pH stúpa na kritickú výšku — 3,6, môže sa začať rozmnožovanie druhu *Pediococcus*. Ak už vtedy prevláda *Leuconostoc* flóra, táto spravidla zabráni silnému rozmnoženiu konkurujúceho druhu. Taký je stav spontánnej fermentácie kyseliny jablčnej [5].

Dôležité je, aby proces bol pod kontrolou, t. zn., že treba vypestovať a využívať vhodnú štartovaciu kultúru. Výskumné práce tohto zamerania sa už v Maďarsku začali, ale sú iba v začiatkoch. V niektorých krajinách štartovacie kultúry *Leuconostoc*, zlepšujúce biologickú stabilitu červených vín kontrolou (riadením) premeny kyseliny jablčnej, sú už bežne v predaji.

Záver

Záverom môžeme uviesť, že veľká časť produktov sa vyrába tradičnou metódou fermentácie. Dnes používané technológie sa vytvorili experimentálne počas stáročí. Ich spoločným znakom je, že sa fermentácia najprv robila tzv. spontánnou mikroflórou, ale preto, že sa tu vyskytli užitočné i škodlivé mikroorganizmy, riadenie procesu je ťažké alebo nemožné. Moderná veľkovýroba potravín môže byť úspešná, iba keď sa fermentácia dá kontrolovať. To je možné iba vtedy, keď prebieha fermentácia s vhodnou mikroflórou so známymi charakteristikami (tab. 4).

Tabuľka 4. Výroba niektorých fermentovaných potravín v Maďarsku na priemyselnej úrovni [7]
Table 4. Production of some fermented foods in Hungary on industrial scale [7]

Výrobok ¹	1970	1980	1982
salámy ² (1000 t)	3,3	14,8	4,4
syr ³ (1000 t)	13,3	25,8	31,0
maslo ⁴ (1000 t)	19,4	19,0	21,4
chlieb ⁵ (1000 t)	878,5	835,3	794,7
žemle ⁶ (milión kusov) ⁷	1728,0	2501,1	2593,7
pivo ⁸ (milión litrov) ⁹	611,5	913,5	934,4
víno ¹⁰ (milión litrov) ⁹	198,9	232,6	210,8
brandy ¹¹ (milión litrov) ⁹	2,6	4,3	3,4

¹Product; ²Salami; ³Cheese; ⁴Butter; ⁵Bread; ⁶Rolls; ⁷Million pieces; ⁸Beer; ⁹Million litres; ¹⁰Wine; ¹¹Brandy.

Skutočnosť, že kvasené potraviny majú všeobecne vyššiu nutričnú hodnotu ako surové potraviny, značne zvýšila dopyt po fermentovaných potravinách a používanie štartovacích kultúr v určitých odvetviach priemyslu sa stalo bežným.

Najdôležitejšie prednosti štartovacích kultúr sú:

- bezpečnejšia a kontrolovateľná technológia,
- zvýšená výroba,

- zníženie odpadu,
- úspora surovín a pracovnej sily,
- vyššia biologická a nutričná hodnota,
- väčší sortiment finálnych výrobkov.

Požiadavky priemyslu na štartovacie kultúry rýchle rastú. Ak sa majú vlastnosti dostupných štartovacích kultúr zlepšiť, treba štartovacie kultúry vyššej aktivity, lepšej kvality, aby podporili výrobu novších kvalitnejších produktov. Preto sa majú dôkladne skúmať fyziologické, biochemické a genetické znaky štartovacích kultúr, ako aj vypracovať metódy zlepšujúce ich vlastnosti.

Literatúra

1. BALATONI, M. — KETTING, F. (Eds.): Tejipari kézikönyv (Príručka mliekárenského priemyslu). Budapest, Mezőgazdasági Kiadó 1981.
2. EDELÉNYI, M. (Ed.): Borászati mikrobiológia (Vinárska mikrobiológia). Budapest, Mezőgazdasági Kiadó 1978.
3. JUHÁSZ-ROMÁN, M. — MOLNÁR, E. — DEÁK, T.: Konzerv. Paprikaipar, zvláštne číslo, s. 56.
4. LÖRINCZ, F. — LENCSPETI, J. (Eds.): Húsipari Kézikönyv (Príručka mäsového priemyslu). Budapest, Mezőgazdasági Kiadó 1973.
5. MÓDOS, P.: *Borgazdaság*, 30, 1982, č. 2, s. 60.
6. ROSE, A. H.: *Sci. Amer.*, 245, 1981, s. 94.
7. SÁNTA-TURZA, R. (Ed.): Mikrobiológiai eljárások és enzimek alkalmazásának, műszaki-gazdasági feltételei az élelmiszeripari technológiákban (Technicko-ekonomické podmienky aplikácie mikrobiálnych kultúr a enzýmov v technológiách potravinárskeho priemyslu). OMFb tanulmány 8-8201-T (Štúdia Štátneho výboru pre technický rozvoj). Budapest 1983.

Сброженные пищевые продукты

Резюме

Автор в статье трактует проблематику расширения ассортимента и повышения питательной ценности пищевых изделий с применением микроорганизмов. В соответствии с современным бурным развитием биотехнологии, особенно применения генной инженерии, автор уделяет особое внимание главным образом оптимизации и контролю брожения и применению стартовых культур в молочной промышленности, в мясной промышленности, при консервировании овощей, в производстве хлеба и производстве напитков, содержащих алкоголь.

Fermented foods

Summary

The problems of extending the number of products and increasing the nutritional value of foodstuffs by the application of microorganisms were studied. In accordance with the recent intense development of biotechnology, particularly with respect to applying the genetic manipulations, the author pays attention mainly to optimization and control of fermentation and the use of starter cultures in the dairy industry, in the meat industry, in preserving vegetables, in the production of bread and in the production of beverages containing alcohol.