

28. ábra. A sütőélesztő-gyártás folyamata

- az eladóélesztő szaporítása intenzív levegőztetés közben;
- az élesztő szeparálása a cefréből és vizes mosása;
- az élesztősűrítmény víztelenítése szűrőpréssel vagy vákuumdobszűrővel olyan mértékig, hogy csomagolható legyen;
- az élesztő keverése, formázása és csomagolása.

Az élesztőgyártás alapanyagai és kiegészítő tápanyagai

A szénhidrátok

A sütőélesztő szaporításához olyan tápoldat szükséges, amelyben a szaporodáshoz és növekedéshez szükséges tápanyag a megfelelő arányban jelen van. A tápoldat biológiai tisztasága éppoly fontos, mint a megfelelő fizikai-kémiai feltételek a fermentáció folyamán [pl. hőmérséklet, savfok (pH), koncentráció stb.].

A szénforrás régebben a gabonakeményítő volt, ma már szinte kizárólag a melaszban levő cukor. A jelenleg használatos élesztőtörzsek (*Saccharomyces cerevisiae*) ellentétben a legtöbb vadélesztővel, kizárólag a hexózokat képesek hasznosítani (a pentózokat egyáltalán nem).

Egyes cukorgyárakban a melaszban maradó cukor mennyiségét ioncseréléssel csökkentik. Ennek az a lényege, hogy az erősebben melazsképző hatású kálium egy részét magnéziumra, esetleg kalciumra cserélik. Mivel az ioncsere közben az egyéb kationaktív elemek és vegyületek is eltávoznak (különösen nagyobb mértékű ioncsere hatására) a melasz már nem nyújt elegendő élesztő-növekedési anyagot. További hátrány az ioncserélt melasz nagyobb viszkozitása. A melasz szivattyúzhatóságát csak nagyobb mértékű felmelegítéssel lehet elérni, így az amúgy is kisebb cukortartalmú melasz erősen felhígul. Ezért a sütőélesztőgyárak lehetőleg kerülnek ioncserélt melasz használatát.

Európában sütőélesztő-gyártáshoz répamelaszt használnak, a nádmelaszt répamelasszal keverve dolgozzák fel.

A melasz előkészítése

A biológiai szennyeződések, a finom eloszlású szilárd, valamint a kolloid-anyagok kiválasztása céljából a melaszt megfelelő módon „sterilizálni” és deríteni kell. Többféle derítőeljárást (savas, lúgos, semleges vagy ezek kombinációi) alkalmaznak.

A sterilizálást el lehet érni pl. savazással és hőkezeléssel (több sav használata

esetén alacsonyabb hőmérséklettel, kevesebb sav adagolásakor magasabb a hőmérséklet, sav nélkül még magasabb hőmérsékleten, pl. folyamatos működésű sterilizálással).

A hőkezelés nemcsak mikroorganizmusokat pusztít, hanem koagulációt is okoz (pelyhes kiválás).

A fizikai-kémiai kezeléskor sav vagy lúg adagolásával a pH értékét változtatjuk meg.

A kémiai kezeléskor kocsonyás jellegű vagy oldhatatlan vegyületek képződnek, pl. szuperfoszfát, vízüveg, alumíniumsók, tannin stb. hozzáadására.

A mechanikai kezelést ülepítéssel, centrifugálással vagy szűréssel végezzük.

Az élesztőgyártásban a sterilizálást és a derítést gyakran egy művelettel végzik. A melaszkezelési eljárás megválasztása lényegében attól függ, hogy milyen a melasz (normál vagy nehezen deríthető).

A melasz-előkészítés műveletei:

- a főzés (hőkezelés);
- a derítés;
- a szűrés, illetve a szeparálás;
- a hűtés.

□ A főzés célja a melasz sterilizálása és a nádcukornak (szacharóz) a híg savas közegben könnyen végbemenő hidrolízise volt. Régebben több órán át főzték a melaszt legalább 90—95 °C-on.

A lemért melaszt vízzel 20—30 Blg-fokra hígítják és kénsavval 2,0 savfokúra savanyítják, majd hozzáadják a szükséges tápsókat is. Amióta WILLSTÄTTER kimutatta, hogy az élesztőinvertáz önmaga is elvégzi a nádcukor lebontását, általában csak rövid ideig tartó hőkezelést alkalmaznak. Magas savfokon hosszú ideig tartó főzéssel karamellizálódás miatt cukorvesztés következik be. A kénsav a szerves savakat felszabadítja sóikból (egyidejűleg önmaga megkötődik).

□ A derítés célja azoknak a melaszban levő anyagoknak az eltávolítása, amelyeknek kiválása egyébként a fermentáció alatt következne be. Ezek az anyagok az élesztősejtek felületére tapadva nemcsak eltömik a sejtek felületét, hanem a fertőződés veszélyét is növelik, továbbá az élesztő sötét színét is okozzák. A derítésnél keletkező nagy térfogatú csapadék eltávolításával egyidejűleg csökken a baktériumok mennyisége is.

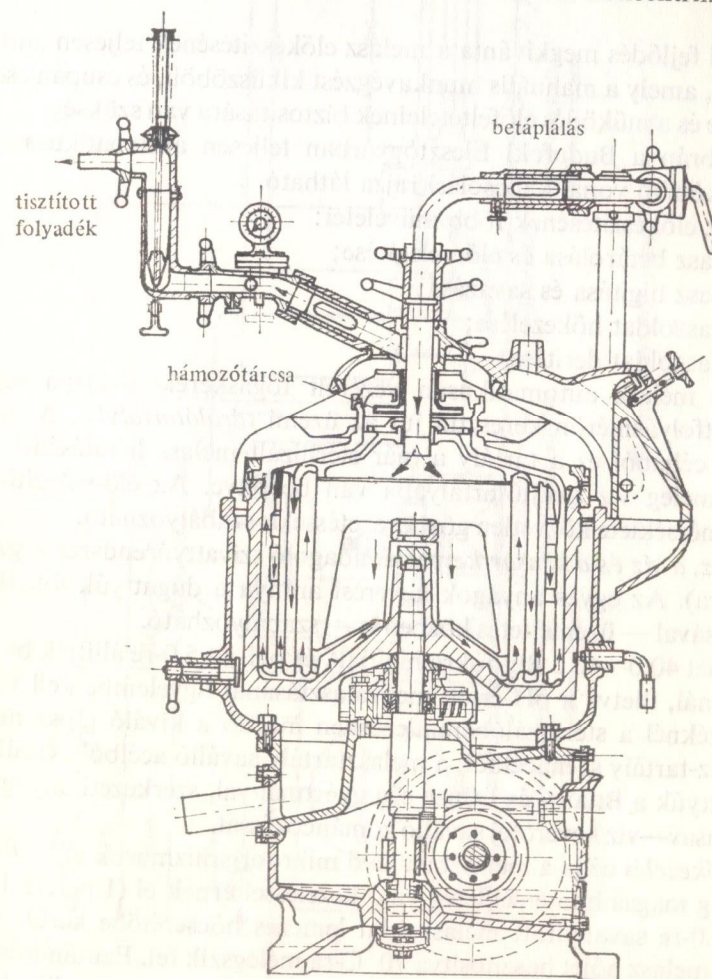
□ Savas derítéskor a főzőkádba savas vizet készítenek, hozzáadják pl. az élesztőtermeléshez szükséges szuperfoszfátot és ammónium-szulfátot, az egészet 75 °C-ra melegítik, és lassan hozzáfolyatják a melaszt. Ezzel a savfok csökken és a melasz főzése közben keletkező csapadék lassan leülepedik a derítőkád aljára. Nagyon fontos, hogy a derítésnél alkalmazott savfokot az erjesztés idején se lépjen túl, mert ez utólagos csapadékkiváláshoz vezethet.

□ Lúgos derítéskor a melaszt vízzel 23—25 Blg-fokra hígítják, 70 °C-ra melegítik és megsavanyítják. 1% szuperfoszfát hozzáadása után 85 °C-ra melegítik, végül mészoldattal gyengén lúgosítják. A derítő hatású Ca-foszfát csapadék kiválása után vízzel 20 Blg-fokra hígítanak és a csapadékot kiülepítik.

□ Nehezen deríthető melaszok (amelyek bizonyos pektin jellegű kolloidokat

tartalmaznak, amelyek védőkolloid hatást kifejtve akadályozzák a csapadék kiválását) derítésére az egyik módszer: 2500 kg melaszt 20 Blg-fokra hígítanak, hozzáadnak 12 l konc. kénsavat, 25 l hidrogén-peroxidot és 25 kg szuperfoszfátot. A keverés leállítása után direkt gőzbevezetéssel az egészet 100 °C-ra melegítik, a gőz lezárása után keverés közben ammóniaoldattal a pH-t 6,4—6,8-ra állítják be és a csapadékképződési reakció elősegítésére további 15 percig főzik. A gőzbevezetés és a keverés leállítása után 4 órás ülepítés következik.

A derítéssel előkezelt melaszoknál még további tisztításra: szűrésre, illetve szeparálásra van szükség. Erre különböző típusú szűrőket használtak (kavicsos homok, azbeszt, cellulózsűrők, szűrőprések stb.), az igazi fejlődést azonban csak az élesztőszeparálás elvének a melaszok tisztítására való alkalmazása eredményezte. A Westfalia és az Alfa Laval cégek derítőszeparátorai a melaszban levő szilárd szennyezőanyag eltávolítására is alkalmasak. A 29. ábra a kamrás derítőszeparátort szemlélteti. A percnként 6000—7000 fordulattal forgó dob egymásba helyezett részekből áll, amelyek a belső részt koncentrikus részekre



29. ábra. Kamrás derítőszeparátor (Westfalia K. 6 típus.)

széjtják, amelyek felváltva aul és felül nyílásokkal vannak összekötve. A szeparátorból a legelső dobba vezetik, ahonnan alul a következő rekeszbe folyik át a dob belső falán lefolyva, itt azután ellenkező irányban, alulról felfelé halad. Ily módon váltakozva halad belülről kifelé, miközben a felhígított melaszban levő nagyobb fajsúlyú anyagok a centrifugális erő hatására a dob belső falán rakódnak ki. Ily módon a szeparátorból szennyeződésmentesen lép ki a melaszoldat.

A melaszszeparátorban maradó szennyezőanyagot a szeparátor szétszedése után lehet eltávolítani, tehát ez a típus csak részben teszi lehetővé a folytonos melasz-előkészítést.

Folytonosan működtethető, tányéros rendszerű derítőszeperátor működésének ismertetése A folytonos melasz-előkészítés című fejezetben található.

A folytonos melasz-előkészítés

A technikai fejlődés megkívánta a melasz előkészítésének teljesen automatizált megoldását, amely a manuális munkavégzést kiküszöböli, és csupán esetenkénti ellenőrzésre és a működés előfeltételeinek biztosítására van szükség.

A 30. ábrán a Budafoki Élesztőgyárban teljesen automatikusan működő melasz-előkészítő vonal kapcsolási rajza látható.

A melasz előkészítésének főbb műveletei:

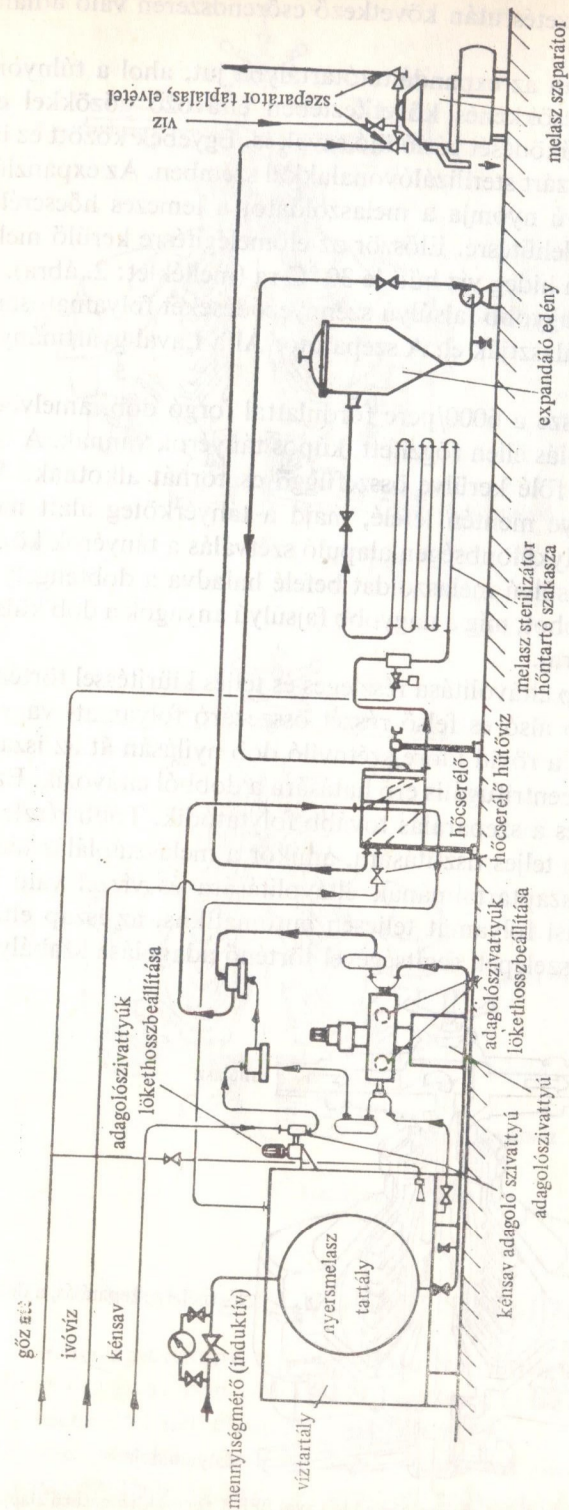
- a melasz betárolása és előmelegítése;
- a melasz hígítása és savazása;
- a melaszoldat hőkezelése;
- a melaszoldat derítése.

□ A sűrű melasz automatikusan vezérelt fogaskerék-szivattyú segítségével induktív átfolyásmérőn keresztül jut az üzemi tárolótartályba. A melasz előmelegítése céljából ez a tartály a már sterilizált melasz lehűtésénél keletkező 50 °C-os meleg víz gyűjtőtartályába van beépítve. Az előmelegítő rendszer kívánt hőmérséklete közvetlen gőzbevezetéssel is szabályozható.

A melasz, a víz és a kénsav keverését adagoló szivattyúrendszer végzi (melléklet: 1. ábra). Az egyes anyagok keverési aránya a dugattyúk lökethosszának változtatásával — üzemeltetés közben is — szabályozható.

A melaszt 40,0—40,5 Blg-fokra hígítják, és pH-ját 5,0-re állítják be. A kénsav adagolásánál, illetve a pH-érték megválasztásánál figyelembe kell venni, hogy kisebb értéknél a sterilizálóberendezésben megnő a kiváló gipsz mennyisége. A melegvíz-tartály szénacélból, a melasztartály saválló acélból készült. Az adagolószivattyúk a BRANN és LÜBBE cég gyártmányai, szerkezeti anyaguk saválló acél, a kénsav—víz keverőfej saválló zománcozással.

□ A hőkezelés célja a melaszban levő mikroorganizmusok elpusztítása, amit rövid ideig magas hőmérsékleten való kezeléssel érnek el (1 percig 120 °C-on). A pH=5,0-re savanyított melaszoldat lemezes hőcserélőbe kerül, ahol a már sterilizált melasz hőjét hasznosítva 70 °C-ra melegszik fel. Ezután hőmérsékletét automatikus szabályzású gőzsugaras melegítéssel 120 °C-ra emelik. A hőkezelés



30. ábra. Folytonos melasz-előkészítés

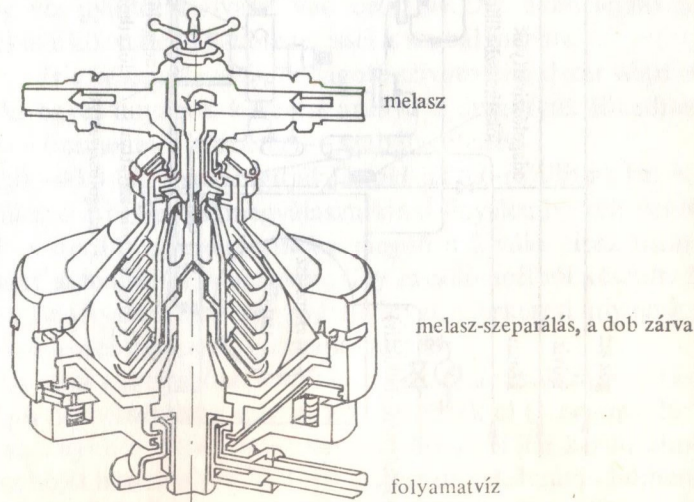
időtartamát a gőzbevezetés után következő csőrendszeren való áthaladás időtartama szabja meg.

A melaszodat ezután az expandáltatortartályba jut, ahol a túlnyomás megszűnik, és a nyomáscsökkenés következtében eltávozó gőzökkel együtt eltávoznak az élesztő működését gátló illó savak is. Egyebek között ez is e sterilizáló rendszer előnye a zárt sterilizálónalakkal szemben. Az expanziós tartályból centrifugálszivattyú nyomja a melaszodatot a lemezes hőcserélőbe, ahol két fokozatban kerül lehűtésre. Először az előmelegítésre kerülő melasz, majd a második fokozatban hideg víz hűti le 30 °C-ra (melléklet: 2. ábra).

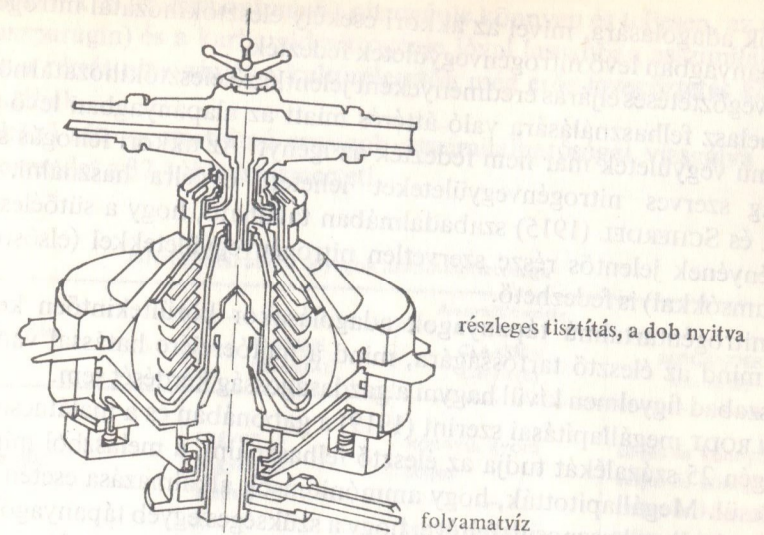
□ A melaszból a nagyobb fajsúlyú szennyeződések folyamatosan működő *derítőszeparátorral* választják el. A szeparátor Alfa Laval gyártmányú, teljesítménye 80 m³/óra.

A szeparátor fő része a 6000/perc fordulattal forgó dob, amelyben egymás fölé helyezett, elfordulás ellen rögzített, kúpos tányérok vannak. A tányérokon levő furatok egymás fölé kerülve összefüggő csatornát alkotnak. A betáplált melasz a dob tengelye mentén lefelé, majd a tányérköteg alatt megfordulva fölfelé halad. A fajsúlykülönbségen alapuló szétválás a tányérok közötti térben történik, a kisebb fajsúlyú melaszodat befelé haladva a dobtengely külső fala mentén hagyja el a dobot, míg a nagyobb fajsúlyú anyagok a dob külső részében gyűlnek össze (31. ábra).

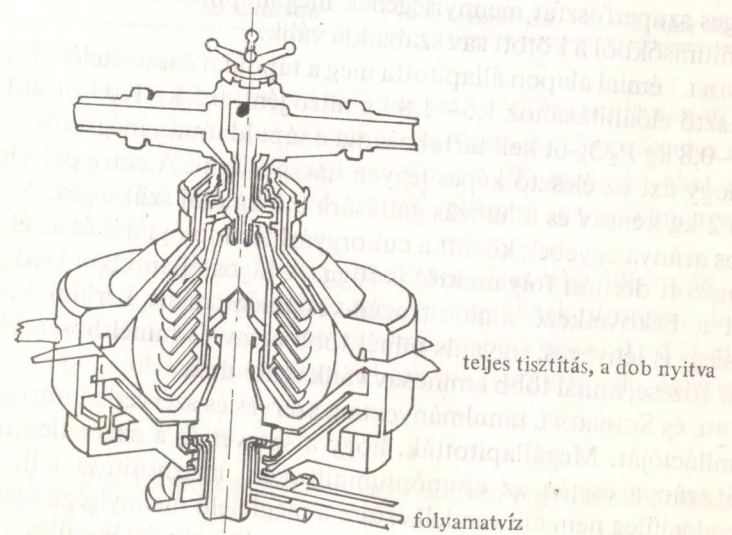
Az összegyűlt iszap eltávolítása részleges és teljes kiürítéssel történik. A részleges ürítésnél a dob alsó és felső részét összezáró folyamat- vagy vezérlővíz nyomása csökken és a rövid időre szétnyíló dob nyílásán át az iszap egy része a melasszal együtt a centrifugális erő hatására a dobtól eltávozik. Ezután a dob ismét összezáródik és a szeparálás tovább folytatódik. Több részleges kiürítés után kerül sor a dob teljes tisztítására, amikor a melasztáplálás megszüntetése után a dob teljes iszaptartalmának eltávolítására és vízzel való kimosására kerül sor. A tisztítási folyamat teljesen automatikus, az iszap eltávolítását a folyamatvíz mágnesszelepek segítségével történő adagolása szabályozza.



31. ábra. Önürítő szeparátor a De Laval BPRX termékismertető alapján



31b. ábra.



31c. ábra.

A nitrogéntartalmú anyagok

Az élesztő szárazanyag-tartalmának mintegy a fele nitrogéntartalmú anyagból áll. A sütőélesztő gyártásában különleges figyelmet kell fordítani a nitrogén-adagolásra, mivel ez a termelt élesztő minőségére is hat. A régebbi élesztőgyártási technológiáknál — amelyek alapanyaga a kukorica, a maláta és a gabonafélék voltak — nem volt szükség nitrogéntartalmú táp-

anyagok adagolására, mivel az akkori csekély élesztőkihozatal nitrogénigényét az alapanyagban levő nitrogénvegyületek fedették.

A levegőztetési eljárás eredményeként jelentkező élesztőkihozatal növekedése és a melasz felhasználására való áttérés miatt az alapanyagban levő nitrogéntartalmú vegyületek már nem fedették az igényt. Az akkori felfogás szerint kizárólag szerves nitrogénvegyületeket lehetett e célra használni. Elsőként WOHL és SCHERDEL (1915) szabadalmában található, hogy a sütőélesztő nitrogénigényének jelentős része szerves nitrogénvegyületekkel (elsősorban ammóniumsókkal) is fedezhető.

A nitrogéntartalmú tápanyagok adagolásakor körültekintően kell eljárni, mert mind az élesztő tartósságára, mind a hajtóerejére hatással van, továbbá nem szabad figyelmen kívül hagyni a gazdaságosság kérdését sem.

ELLRODT megállapításai szerint (1919) a gabonában és a malátacsírában levő nitrogén 25 százalékát tudja az élesztő felhasználni, a melaszból mintegy 40% értékesül. Megállapították, hogy ammóniumsók alkalmazása esetén a nitrogén teljes egészében hasznosul, feltéve, hogy a szükséges egyéb tápanyagok is rendelkezésre állnak. ELLRODT a melaszból hiányzó foszfort is pótolta szuperfoszfát hozzáadásával, és táblázatot állított össze bizonyos élesztőmennyiség eléréséhez szükséges szuperfoszfát mennyiségének megállapítására. HENNEBERG szerint az ammóniumsókból a kötött sav szabaddá válik.

WENDEL kémiai alapon állapította meg a tápoldat összetételét. Eszerint 100 kg présélesztő előállításához 1,6—1,8 kg nitrogént, 0,5 kg K₂O-ot, 0,1 kg MgO-ot és 0,6—0,8 kg P₂O₅-ot kell tartalmaznia a tápoldatnak, mégpedig olyan állapotban, hogy azt az élesztő képes legyen hasznosítani. A cefre pH-jának szabályzására 2 kg kénsav és a habzás gátlására 0,6 kg olaj szükséges. A nitrogén százalékos aránya egyebek között a cukorgyári technológiától és az élesztőgyárban alkalmazott derítési folyamattól is függ. A lúgos állapotban levő melasz melegítését a bekövetkező amidnitrogén-vesztés miatt kerülni kell. A melasz savassága is lényeges, ugyanis minél több a sav és minél hosszabb ideig tart a melasz főzése, annál több aminosav válik szabaddá.

WOHL és SCHERDEL tanulmányozta a szerves és szerves nitrogénvegyületek asszimilációját. Megállapították, hogy a szerves és a szerves nitrogén megfelelő aránya esetén az ammóniumnitrogén hasznosítása teljes értékű volt. Ha egyidejűleg nem állt rendelkezésre a megfelelő mennyiségű szerves nitrogén, az élesztő anyagcseréjében az ammóniumnitrogén-értékesülés az élesztő szaporodó- és erjesztőképességének csökkenésével járt együtt. Javaslatuk szerint az anorganikus tápanyagok folyamatos adagolásával a szerves nitrogéntápanyag 10—50 százalékig helyettesíthető ammóniumnitrogénnel.

Jelentős ingadozásokat figyeltek meg a nitrogéntartalom változásában is. A levegőztetési eljárás folyamán bekövetkező nitrogénasszimilációt CLAASSEN vizsgálta behatóan. Asszimilálhatónak azt a nitrogént jelölte meg, amelyet az élesztő optimális körülmények között felvesz, beleértve azt a mennyiséget is, amelyet az anyagcsere folyamán újból kiválaszt. Azt tapasztalta, hogy a kultúraélesztő a tápoldatból mind aerob, mind anaerob körülmények között nemcsak felvesz nitrogént, hanem jelentős mennyiséget ki is választ.

Az aminosavak és az ammóniumsók nitrogénje könnyen és teljesen, az amidnitrogén (aszparagin) és a karbamid nitrogénje jóval lassabban asszimilálódik. A betain és a nitrát nitrogénjét a kultúraélesztők még erős levegőztetés közben sem asszimilálják.

A különböző nitrogéntartalmú anyagok asszimilálhatóságát vizsgálva megállapított sorrendet a 37. táblázat ismerteti.

37. táblázat

Nitrogéntartalmú anyagok asszimilálhatósága

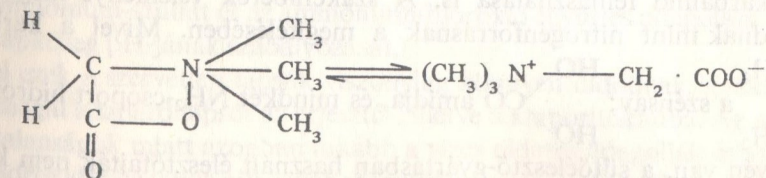
Vegyület	Asszimilálhatóság		
	THORNE szerint (A)	CLAASSEN szerint (B)	BERGANDER szerint (B)
Ammóniás víz	nagyon jó	könnyű, gyors	teljes és könnyű
Ammónium-szulfát	nagyon jó	teljes	teljes és könnyű
Aszparaginsav	kitűnő	—	teljes és könnyű
Aszparagin	jó	teljes, de lassú	teljes és könnyű
Karbamid	elég jó	még lassúbb, de valószínűleg szintén teljes	részleges
Kálium-nitrát	használatlan	nem használható	nem használható

Megjegyzendő, hogy a kísérletek körülményei, a felhasznált élesztőfajták különbözőek voltak. Nemcsak az erjedések időtartama és a levegőztetés mértéke volt eltérő, hanem az (A) eredményeket sör-, a (B) eredményeket szesz-, illetve sütőélesztőfajokkal kapták. Mindezek ellenére az eredmények jól egyeznek.

BERGANDER a nitrogénvegyületek asszimilációjára hipotézist állított fel. Eszerint a szerves és a nagyobb molekulájú szerves vegyületek nitrogénje teljesen és könnyen asszimilálható, ha a nitrogéntartalmú csoport egy szabad H-atomot tartalmaz. A kisebb molekulájú aminokarbonsavak teljesen, de nehezebben asszimilálhatók.

A nitrogén nem asszimilálható, ha

- a nitrogéntartalmú csoport szerves vagy szerves vegyületekben hidroxilcsoport helyén áll;
- az ammóniamolekula minden szabad H-atomját szerves gyökökkel helyettesítették, mint pl. a betainban:



A szerves nitrogéntápanyagok

A modern sütőélesztő-gyártási technológiáknál a melaszban levő asszimilálható nitrogén lényeges szervesnitrogén-forrás. Ennek mennyisége kb. 0,7% egy 1,8—2,4% összesnitrogén-tartalmú melaszban. Nagyon rossz és nagyon jó melaszok esetében 0,3—0,4% és 0,8—1,0% között változhat az asszimilálható nitrogéntartalom.

A melaszfelhasználásra való áttérés után még sokáig nem merték a szerves nitrogén hozzáadását abbahagyni. A legfontosabb szerves nitrogéntápanyag a malátacsíra volt, melyet aprítás után eleinte tejsavval kezeltek. Később vagy a savasan derített melasszal vagy kénsavas vízzel végezték az extrakciót. (Tíz-szeres mennyiségű folyadékkal állandó keverés közben forrpontig hevítették és szűrték.)

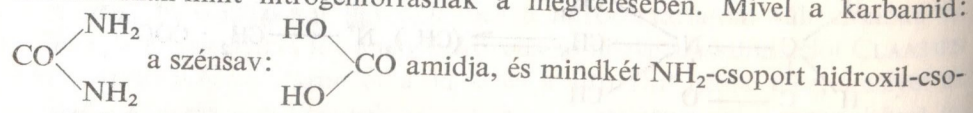
A malátacsíra-kivonat hozzáadása után jelentkező élesztőkihozatal-növekedés nemcsak a malátacsíra aminosav-tartalmával függ össze, hanem azzal is, hogy különböző növekedési anyagokat, asszimilálható szénhidrátot, továbbá 1,6—1,8% oldható és asszimilálható P_2O_5 -ot is tartalmaz.

Próbálkoztak különböző hidrolizált fehérjekészítmények adagolásával is. E célra a legkülönbözőbb anyagokat használták (húsliszt, vérliszt, halfeldolgozási, növényolaj-gyártási melléktermékek stb.).

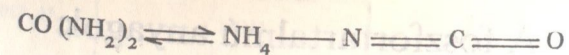
A technológusok számára fontos tudni, hogy mennyi a melasz összes nitrogénjéből az aminosav-nitrogén. Ennek meghatározása az ammónia-nitrogén ledesztillálása után VAN-SLYKE módszerével történik. Az élesztő által történő aminosav-hasznosításra nem mérvadó a szerves nitrogén mennyisége, hanem csak az, amit ténylegesen asszimilál és sejtfehérjévé alakít. Az élesztő a tápoldatban jelenlevő nitrogén egy részét akkor is újra kiválasztja szerves nitrogénvegyület formájában, ha az a tápoldatban szerves nitrogénvegyület alakjában volt jelen. A nitrogénkiválasztás az erjesztés körülményei között nagyobb mértékű, mint a levegőztetési élesztőszaporításnál. Az élesztő minősége és fajtája is befolyásolja a kiválasztott nitrogén mennyiségét.

A sütőélesztőgyártásnál fontos a termék nitrogéntartalmának meghatározása. Az asszimilált nitrogén mennyiségének kiszámításához a termelt élesztő nitrogénjéből le kell vonni az oltóélesztő nitrogénjét. A nitrogénadagolás meghatározásakor azt is figyelembe kell venni, hogy legtöbbször a szerves nitrogén a szervesnél könnyebben és gyorsabban asszimilálódik.

A szerves nitrogén részarányának növelésére irányuló törekvések között szerepel a karbamid felhasználása is. A szakemberek véleménye megoszlik a karbamidnak mint nitrogénforrásnak a megítélésében. Mivel a karbamid:



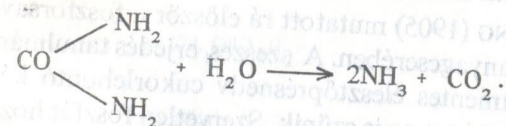
Az átalakulás lassú és az egyensúlyi állapot eléréséig tart:



ammónium-izocianát.

Ez esetben az élesztő már asszimilálja, mivel az ammóniumcsoport hidrogén helyettesít.

Ha az élesztősejt az izocianát ammóniumnitrogénjét asszimilálja, az egyensúlyi állapot helyreállítására újabb izocianáttá történő karbamidátalakulás következik be, látszólag a karbamidnitrogén közvetlenül asszimilálódik. Ennél fontosabb azonban a NH_3 keletkezésével járó karbamidhidrolízis:



Ez történik hígított savval való főzéskor. Részleges hidrolízis következik azonban be a több óráig tartó levegőztetési erjesztés pH- és hőmérsékleti körülményei között is. ROICK 30 százalékos erjesztés pH- és hőmérsékleti körülményei között is. ROICK 30 százalékos karbamidnitrogén-asszimilációt figyelte meg, amelynél főleg a hidrolízises nitrogén asszimilálódott. A karbamid teljes mértékű, megfelelő előkezeléssel elért hidrolízise esetén az erjedés hasonlóan megy végbe, mint az ammóniumsók használatánál. A karbamid asszimilációját biotinadagolással lehet fokozni. A karbamid adagolásánál óvatosan kell eljárni, mert nagyobb koncentrációban (0,4—0,5%) az élesztőt is károsítja.

A szerves nitrogéntápanyagok

A sütőélesztő szaporításához elsősorban a következő nitrogéntápanyagokat használják:

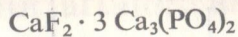
- ammónium-szulfát (20—21% nitrogéntartalommal);
- ammónium-hidroxid vagy szalmiákszesz, 20—25% NH_3 -tartalommal (kb. 17—21% nitrogéntartalommal);
- ammónium-klorid 26% nitrogéntartalommal (nagyon ritkán használják);
- monoammónium-foszfát 10—12% nitrogéntartalommal (gyakran használják foszfátforrásként);
- diammmónium-foszfát, nagyon jó foszfátforrás (20—21% nitrogéntartalommal).

A nitrátok nem használhatók, mivel erjedési zavarokat okoznak, különösen ha nitritté redukálódnak.

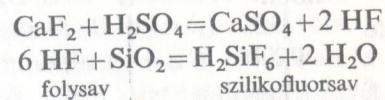
Az ammónium-szulfát és az ammónium-hidroxid együttes adagolása lehetővé teszi a tápközeg pH-jának szabályozását.

Mivel ezek a szerves tápanyagok viszonylag könnyen oldódnak, gyakran adagolják magát a szilárd tápsót az erjesztő-, illetve a szaporítókádba. Az adagolási bizonytalanságok miatt azonban inkább a vizes oldatot adagolják és az ammónium-hidroxiddal azonos nitrogénkoncentráció esetén egyszerűen változtatható a tápoldatok aránya is a pH szabályozásának megfelelően. Különösen előnyös az automatikusan szabályzott adagolás.

A szuperfoszfátgyártásra használt nyersfoszfát legnagyobb része műrapáuit.



A feltárás közben az apatit CaF_2 -tartalma meg bomlik és a keletkező HF reagál a szilikátok kovasavával:



A szilikofluorsavat vízzel kimossák és vizes oldatából konyhasóval csapják ki a nátriumszilikofluoridot.

A szilikofluorsav (kovafolypátsav) vizes oldatának bepárolgatásakor szilícium-tetrafluoridra és hidrogén-fluoridra bomlik. A szilikofluorsav erős kétbázisú sav. Erjedést gátló hatása jelentékeny. A folyosav és a szilikofluorsav sói a szuperfoszfátban visszamaradhatnak, és a tápsó savas oldásakor zavart okozhatnak. A szuperfoszfát arzéntartalmát is ellenőrizni kell hasonló okból.

A szuperfoszfátból a foszforsavat ki kell oldani és az oldatot a szilárd anyagoktól meg kell szabadítani. Ez a kioldás a melaszderítéshez hasonló, mindkettőt 4,5—5,0 pH-n lehet végezni. E két művelet összekapcsolása korábban általánosan használt eljárás volt, de még ma is több helyen alkalmazzák.

A szükséges mennyiségű szuperfoszfátot az előzőleg 1:3 arányban hígított melaszhoz adják, majd kénsavval a pH-t 4,5—5,0-re állítják. Állandó keverés közben közvetlen gőzbevezetéssel 100 °C-ra melegítik. További 1/2 órás keverés alatt a foszforsav teljesen kioldódik, a szilárd részek pedig — a melaszban levő szennyeződéssel együtt — viszonylag gyorsan kiülepednek. Az ülepitésen kívül további szűrési vagy szeparációs tisztítást is lehet alkalmazni.

A derítési eljárásnál a szuperfoszfát teljes mennyiségét nem lehet a melaszhoz adni, mivel ez esetben a foszforadagolás a melaszadagolással arányos lenne, ez viszont a foszforasszimiláció szempontjából előnytelen. Ezért a foszforigény egy részét foszforsav adagolásával elégítik ki. Emiatt a kétféle tápanyag előkészítését egyre inkább külön kell végezni. Mivel a szuperfoszfát oldását kénsavas vízben melegen végzik, a berendezésnek és a vezetékrendszernek megfelelő szerkezeti anyagból kell készülnie (fa, megfelelő minőségű saválló acél, műanyag).

Szuperfoszfát esetén nemcsak az oldásnál fellépő veszteséget kell számításba venni, hanem a fluorszennyezettséget is vizsgálni kell. Ezért terjed a kevésbé gazdaságos, de fluormentes ammónium-foszfátok használata.

A monoammónium-foszfát 11—12% N-t, 60—61% P_2O_5 -ot, a diammonium-foszfát pedig 20—21% N-t és 53—54% P_2O_5 -ot tartalmaz.

Az egyébként igen előnyösen alkalmazható foszforsav használatának elterjedését a magasabb ár korlátozza.

Az egyéb asványanyagok

Az élesztők ásványianyag-tartalma a 39. táblázatban látható.

39. táblázat

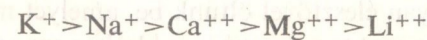
Az élesztő hamujának összetétele

Megnevezés	Különböző élesztők		Sütőélesztők	
	mért értékek %	átlag %	INGRAM szerint %	WHITE szerint %
P_2O_5	35—65	50	44,8—59,0	43,30
K_2O	26—40	31	28,0—48,0	41,70
MgO	3—7,3	6	4,0—8,1	6,70
CaO	0,40—11,3	5	1,0—4,5	0,83
Na_2O	0,80—2,30	2	0,5—2,5	—
SiO_2	0,30—1,80	1	0,0—1,6	1,30
Fe_2O_3	0,02—0,70	0,2	0,2—15,6	0,11
SO_4	0,09—0,74	0,5	0,6—7,2	0,50
Cl_2	0,10—0,65	0,3	0,03—1,0	0,33

Az élesztők hamutartalmának mintegy a fele P_2O_5 , sorrendben ezután a kálium következik. Az élesztők szárazanyag-tartalmában 2,0—2,4% a kálium (azaz 2,4—2,8% a K_2O). Mivel a tápoldatban levő kálium 80—90 százalék hasznosulásával lehet számolni, kismértékű túladagolás szükséges. Megállapították, hogy a káliumigény többszörösét adagolva sem változik az asszimilált kálium mennyisége.

2,8% K_2O -tartalommal és 80 százalékos hasznosulással számolva 100 kg élesztő-szárazanyag előállításához 3,5 kg K_2O -ra van szükség. 100 kg jó minőségű répamelaszból előállítható 27 kg élesztő-szárazanyaggal számolva ez 0,95 kg káliumot jelent. Tehát minden melasz, amelynek K_2O -tartalmának eléri vagy meghaladja az 1,0 százalékot, fedezi a szeszmentes élesztőszaporítás káliumigényét. A 3—4 százalékos répamelasz-káliumtartalom tehát a szükséges káliumigényt többszörösen is fedezi.

A cukoriparban az ioncseréletes eljárás alkalmazása a melasz összetételében jelentős változást okoz. Az ioncseréletes eljárás lényege, hogy az erősebben melaszképző alkálifémeket a gyengébben melaszképző hatású alkáliföldfémekkel cserélik ki. Többek között QUENTIN vizsgálta a kationok melaszképző hatását és az alábbi sorrendet állapította meg:



Gazdaságossági okokból a Mg-ioncsere a legelőnyösebb, mivel a regeneráláshoz szükséges MgCl_2 a vegyipar melléktermékeként olcsón szerezhető be. A QUENTIN-féle eljárást 1977 óta hazánkban is alkalmazzák a sarkadi és a mezőhegyi cukorgyárban. A középtermék zöldsörp ioncserélése közben azonban nemcsak a káliumionok cserélődnek le magnéziumra, hanem a melasz összetételébe

egyéb, a sütőélesztő-gyártás szempontjából hátrányos változások is bekövetkeznek. Az ioncseréléses eljárással előállított melaszok összetétele alapján kell megállapítani a sütőélesztő-gyártásra történő felhasználás esetén szükséges kiegészítő tápanyagok mennyiségét.

Az élesztő magnéziumszüksége viszonylag tág határok között változik. Átlagosan 90—180 g magnézium, azaz 150—300 g MgO van 100 kg élesztő-szárazanyagban. 70—80 százalékos asszimilációval számolva ez 240—400 g MgO-igényt jelent 100 kg élesztő-szárazanyagra. A melaszok Mg-tartalma változó, mészszegény talajokon termelt cukorrépában kisebb, és azoké a melaszoké is, ahol a létszításhoz Mg-szegény meszet használnak fel. Ez esetben a melasz gyakorlatilag nem tartalmaz Mg-ot és így az élesztő igényét az üzemi víz fedezheti. Ezért kell ismerni a felhasznált víz Mg-tartalmát is. A sűrűcefrés technológiákra való áttéréskor gondolni kell a több élesztő megnövekvő Mg-igényének fedezésére, mivel a víz Mg-tartalma ehhez már nem elegendő. A víz Mg-tartalmát vízdoldható Mg-só adagolásával kell kiegészíteni, célszerű a keserűsítő (MgSO₄ · 7 H₂O) használata.

A QUENTIN-eljárás a melasz Mg-tartalmát megemeli, az irodalomban található max 800 g MgO/100 kg melasz is a 8-szorosa a szükséges mennyiségnek. Egyidejű közlés szerint a Mg-tartalom még nem okozott káros hatást a sütőélesztő-gyári felhasználásra. Hazai tapasztalataink szerint a QUENTIN-melasz 0,7—0,8% MgO-tartalma mellett legszembetűnőbb az élesztőkihozatal csökkenése és a habzástgátlóanyag-felhasználás növekedése. Nagyobb mértékű ioncsere az élesztőkihozatalon kívül a termelt élesztő tartósságát is csökkentette.

Az egyéb ásványi anyag — kalcium, vas, szulfát és a nyomelemek — a normál melaszban, továbbá a felhasznált vízben és a kénsavban elegendő mennyiségben vannak jelen. Az ioncseréléses eljárás közben a melaszban levő kationok mennyisége csökken, így többé már nem fedezi az élesztő ásványianyag- — nyomelem- — igényét. A QUENTIN-eljárást alkalmazó országokban ezt a melaszt vagy egyáltalán nem használják sütőélesztő-gyártáshoz, vagy normál melaszszal keverik.

A növekedést serkentő anyagok

A kultúrélesztők tisztán szintetikus tápoldatban még valamennyi szükséges tápanyag jelenléte esetén sem képesek szaporodni. Ennek az az oka, hogy az élesztősejtek életműködéséhez ún. növekedést serkentő anyagokra is szükségük van. Ha ilyen tápoldatot olyan élesztővel oltunk be, amelyet megfelelő mennyiségű növekedést serkentő anyagot tartalmazó tápoldatban szaporítottunk, az élesztősejtek csak addig folytatják életműködésüket, míg a sejtekben felhalmozott serkentőanyagok el nem fogynak. A vadélesztőknek (pl. Candida élesztőknek) erre nincs szükségük, mivel maguk állítják elő a növekedést serkentő anyagokat.

Ezek a növekedést serkentő anyagok kiegészítik az alapanyag szénhidrát-tartalmát nitrogén-, biosz-, vitamin- és más serkentőanyagokkal. Ezek közé tar-

tozik a maláta-csírafőzet, az élesztőkivonat, a kukoricalekvár stb. A szerves élesztőtápanyagok az élesztők metabolizmusához szükséges anyagokat koncentráltan tartalmazzák. Elsősorban a laboratóriumi szintenyészetek készítésénél használják, mivel drágák, és a nagyüzemben használt alapanyag általában tartalmazza a szükséges bioszanyagokat. A hiányzó nitrogén pótlására pedig megfelelnek a lényegesen olcsóbb szervesetlen nitrogéntápanyagok.

A sütőélesztő-gyártásnál általában csak a biotin adagolása válik szükségesé a melaszban levő biotintartalom kiegészítésére.

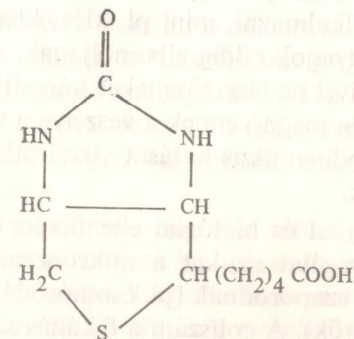
A biotin

A biotint (H-vitamin, Biosz II. vagy bőrvitamin) KÖGL és TÖNNIS izolálta először 1934-ben tojássárgájából. 250 kg tojássárgájából 1,1 mg kristályos biotint kaptak, a tisztított anyag olvadáspontja 161—165 °C volt. Tapasztalatai képlete: C₁₀H₁₆N₂O₃S. Kémiai neve: 2'-keto-3,4-imidazolido-tetrahidro-tiofé-*l*-valeriánsav. Szerkezeti képlete a 33. ábrán látható.

Alkáliákban, alkoholban, forró vízben jól oldódik, savakban, hideg vízben kevésbé, szerves oldószerekben gyakorlatilag oldhatatlan. Híg, lúgos oldatok optikai aktivitást mutat. Molekulasúlya 244,3. Abszorpciós maximuma 234 nm.

A biotin a természetes anyagokban általában kötött alakban fordul elő, például a biocitinben. A biotin hatását egyes anyagok fokozzák (oleinsav), mások gátolják. Legismertebb inhibitora az avidin, amely nagyobb mennyiségben a tojássárgájában található. A biotin (mint koenzim) főleg karboxilezési reakciókban vesz részt.

A melasz a Saccharomyces cerevisiae élesztő szaporodásához szükséges bioszanyagok (szaporodást serkentő anyagok) közül a biotint nem tartalmazza elegendő mennyiségben. A biotinkészítmények régebben drágák voltak, ezért helyette az élesztőgyárak biotintartalmú természetes anyagokat (élesztőfőzet, malátacsíra, kukoricalekvár) használtak. Az utóbbi években egyre több szintetikus készítmény került kedvező áron forgalomba, ezért a korszerű sütőélesztőgyárakban biotint (vagy hasonló készítményt) adagolnak legalább az oltó-



33. ábra. A biotin szerkezeti képlete

élesztő előállításához. Erre a célra az ún. biotinanalógok is megfelelőek, mint pl. a deztibiotin, oxibiotin, egyes biotin-izomerek.

A magyar melaszok biotintartalma 3—8 $\mu\text{g}/100\text{ g}$ melasz, a préselt sütőélesztő biotintartalma kb. 25 $\mu\text{g}/100\text{ g}$. Üzemi körülmények között 1000 g melaszhoz 0,2 mg-ot adagolnak. Minden biotinkészítménynél meg kell határozni az optimális mennyiséget.

A víz

A sütőélesztő-gyártáshoz sok és megfelelő minőségű vízre van szükség. 1 kg élesztőhöz általában 60—100 l vizet használnak, amelynek kb. 20 százaléka a tápanyagok oldásához és a cefrézéshez, 20—30 az élesztő mosásához, a többi a cefre hűtéséhez és a berendezések mosásához szükséges.

Élesztőgyártásra legjobb a mélyfúrású kutak vize, amely nemcsak kémiai és fizikai, hanem biológiai szempontból is megfelel a követelményeknek. Az alacsony összcsíraszámú, patogén csíráktól és az erjedésre káros anyagoktól mentes vizet külön kezelés nélkül fel lehet használni a gyártáshoz. A víz lágyítása legtöbbször felesleges, mivel olyan sókat tartalmaz, amelyek az élesztőszaporításhoz szükségesek (pl. Mg, Ca). A mélyfúrású kutak további előnye, hogy a víz hőmérséklete az évszaktól független.

Víztakarékosági okokból a már egyszer használt hűtővizet célszerű újra felhasználni (melasz és tápsó oldására, cefrézéshez, takarításhoz). Így nemcsak vizet, de meleg víz hasznosításával energiát is lehet megtakarítani.

További vízmegtakarítást lehet elérni hűtőtornyok alkalmazásával, ez esetben hűtővízként is újra felhasználható. A friss vízzel való takarékoság miatt mindinkább terjednek a korszerű hűtőtornyokkal kialakított zárt vízrendszerek. 100 $\text{m}^3/\text{óra}$ mennyiségű víz 6—8 °C-kal való visszahűtéséhez kb. 16—20 kW szükséges irodalmi adatok szerint.

Talajvízrétegből nyert vizek, de különösen a felületi vizek felhasználása esetén a vizek tisztaságától függően fizikai vagy kémiai tisztítást, esetleg mindkettőt is alkalmazni kell. (A nagy vas- és mangántartalom hátrányos, mivel az élesztő sötétebb színét okozza.) Nagyobb csíratartalmú vizek esetén valamilyen oxidálószerrel kell alkalmazni, mint pl. klór, klór-dioxid, ózon. Ügyelni kell arra, hogy ezek az anyagok addig elbomoljanak, amíg a víz az élesztővel közvetlenül érintkezik, mivel az élesztősejteket károsítják és az erjedési folyamatot zavarják. Különösen megnő ennek a veszélye a víz ingadozó H_2S -tartalma esetén. A fémek oligodinamikus hatását vízcsírátlanításra nagyüzemi méretekben nem alkalmazzák.

A vizek rendszeres kémiai és biológiai ellenőrzése igen fontos. Az agaros cefre táptalajon való vizsgálat azokat a mikroorganizmusokat mutatja ki, amelyek az erjesztés alatt szaporodnak (pl. csomósodást okozó tejsavbaktériumok, különböző vadélesztők). A coliszám a fekáliás szennyezettséget mutatja, ez esetben patogén kórokozók is előfordulhatnak a vízben.

A levegő

Az élesztők légzését sok kémiai és fizikai tényező befolyásolja. Az iparban az élesztőt aerob módon szaporítják, és így a gyártási folyamat eredményessége attól is függ, hogy a légzés alapfeltételeit milyen mértékben sikerült biztosítani. Az aerob anyagcseréhez szükséges oxigénellátás céljából a tápközeget levegővel erőteljesen szellőztetik. Az oxigén vízben csak kismértékben oldódik és ezért nagy levegőfeleslegre van szükség, ami ipari méretekben jelentős költség-tényező.

Levegőztetett folyadékkultúrákban az oxigénátvitel lényegében két fázisban megy végbe:

- a levegőben gáz alakban levő oxigén oldódik a folyadékban;
- az oldott oxigén diffundál a sejtbe.

A levegőből az élesztőcefrébe történő oxigénbeoldódást milli mól O_2/liter cefre/órában adják meg, és a nemzetközi irodalomban az „Oxygen-Transfer-Rate” kezdőbetűivel, OTR-rel rövidítve jelölik. Ennek értéke

- a levegő elosztásának módjától;
- a levegőbuborékok nagyságától és a folyadékban való tartózkodásuk idejétől,
- a cefre összetételétől függ.

Pl. alkohol vagy tejsav hatására a levegőbuborékok mérete csökken, egyes felületaktív anyagok a levegőbuborékok méretét viszont növelik (pl. habgátlásra használt növényolajok, kukorica-áztatóvíz).

A tápanyag-koncentráció növelése szintén csökkenti az oxigén oldódását, pl. a 10 százalékos glükózoldat oxigénfelvétele az 1 százalékos oldathoz viszonyítva 30 százalékra csökken. Ugyancsak csökkentő hatású a cefre viszkozitásának és sejtkoncentrációjának a növekedése is.

A cefrében oldott oxigén mérésére rendelkezésre álló módszerek közül jelenleg üzemi körülmények között a következőket alkalmazzák:

- szulfioxidációs módszer, ebben a szulfid oxidálódását mérik;
- csepegőhigany-elektrodás polarográfás módszer;
- TÖDT-féle módszer, ez azonban csak a relatív oxigéntelítettséget mutatja;
- BECKMAN-féle módszer

Az irodalomban található és a kísérleti eredmények alapján számított adatok szerint az élesztő sejtanyagának keletkezéséhez 0,95—1,15 kg O_2/kg élesztőszárazanyag szükséges. Az ehhez szükséges levegő mennyisége változó. KAUTZMAN keramikus levegőelosztóval felszerelt, laboratóriumi fermentációs kísérleteket végzett a cefrekoncentráció hatásának megállapítására. Eredményeit a 40. táblázatban ismertetjük.

A sütőélesztő-gyártáshoz sok levegőre van szükség. A szesz- és sütőélesztő egyidejű előállítása esetén a felhasznált levegő mennyisége a termékek arányától függ. A szeszmentes élesztőszaporítási eljárások esetén 1 kg fontolt élesztőre számítva a levegőfelhasználás 3—20 m^3 , az alkalmazott technológiától és levegőztető rendszertől függően.

40. táblázat

A cefrekonzentráció hatása
az élesztőszaporítás levegőszükségletére
(kg melasz: cefre-végtérfogat)

Cefrehígítás	1 kg \dot{E}_{27} levegőszükséglete
1 : 40	1,8—2,0 m ³
1 : 20	2,3—2,5 m ³
1 : 12	3,4—3,6 m ³
1 : 8	4,0 m ³

A sütő-élesztőgyártás termelési adatait a késztermékre szokás számítani. Ennek használatos megnevezései: eladóélesztő, fontolt élesztő, csomagolt élesztő, ritkábban: préselt élesztő. Emellett a szárazanyag-tartalmat is meg kell adni, használatos a 27 és 30% szárazanyag-tartalomra való számítás. Jelölése: \dot{E}_{27} , \dot{E}_{30} .

A sűrített levegő előállítására régen kizárólag dugattyús gépeket használtak, amelyet közvetlenül kapcsoltak gőzgépre. A keletkező „fáradt” gőzt az üzemben használták, főleg a szesz lepárlásához. A levegő lökészerű termelése miatt nyomáskiegyenlítő tartályra is szükség volt, amelyet úgy alakítottak ki, hogy a levegőt egyúttal tisztították, hűtötték és mosták is. Ma már a sűrített levegő előállítására korszerűbb gépeket használnak, amelyek energiaigénye kisebb. A meghajtás történhet elektromotorral vagy gőzturbinával. E rendszerek további előnyei a kisebb helyigény, a levegőtermelés egyenletessége, nem kerül olaj a levegőbe, viszont a termelt levegő mennyisége nem változtatható úgy, mint a dugattyús gépeknél. A turbórendszerű kompresszorok fordulatszám-csökkenése esetén a gép hatásfoka aránytalan mértékben csökken. Turbófűvők esetén 1000 m³ levegőre gyakorlatilag a következő energiaigénnyel lehet számolni:

7 m vízszlopnyomásnál 28 kWó,
2,5 m vízszlopnyomásnál 14 kWó.

A forgórendszerű (pl. a CLAUS-féle) levegőelosztóknál a legyőzendő ellennyomás csökken és elegendő lehet az egyszerű ventilátorok alkalmazása is.

A levegőztetőberendezéseket a maximális igényre kell méretezni. Több fermentor közös levegővezetékéről történő ellátása esetén nehézséget okoz a levegőmennyiség elosztása a kádakban levő folyadékmagasság állandó változása miatt. Az állandó figyelmet és beavatkozást igénylő kézi szabályzásnál jobb, de költségesebb a szabályozás programozható automatizált megoldása.

Előnyösebbek az önszívó rendszerű forgó levegőztetők, amelyekhez külön sűrített levegőt nem kell előállítani. A speciális kiképzésű, nagy fordulatu levegőztetőberendezések a külső légtérrel csatlakozó vezetéken keresztül szívják be a levegőt és a gyors forgás következtében egyidejűleg finoman elosztatják a folyadékban.

A levegőben levő oxigén legkedvezőbb kihasználása forgórendszerű levegőztetőberendezésekkel a takarmányélesztő szaporításánál érhető el. Igen kedvező

41. táblázat

Kísérlet kiértékelése (VOGELBUSCH cég közleménye) „IZ” levegőztetős fermentorban

Teljes reaktortérfogat	\varnothing 2350 mm, m=9000 mm 39 m ³
Reaktor+csővezeték	csővezeték 7 m ³ =46 m ³
A reakciótér tartalma	20—21 tonna átlag 20,5 tonna
Reaktor+csővezeték	(a reaktortér kihasználása 45%)
Óránkénti cefreforgatás	1400 tonna/óra, azaz kb. 68 szor/óra
Beszívott levegőmennyiség/óra	2000 N m ³ /óra/VVM=1 : 1,6
Távozó levegő összetétele	14,9% oxigén azaz 29%-os oxigénhasznosulás 6,15% CO ₂ 21,05%
Oxigénbeoldódás, illetve -felhasználás az erjedésnél	170—175 kg oxigén/óra távozólevegő-összetételből számítva
Oxigénoldódás a reaktorban	8,8 mg oxigén/l alatti (BECKMANN-féle merülő elektródával)
A reaktorban levegőztetett közeg fajsúlya	0,40—0,44 átlag 0,42
Óránkénti összes táplálás	
Melasz + víz + tápanyagok=630+3800+300	összesen 4800 kg
Átlagos cukorkonzentráció	kb. 6,6 s% diszacharid /70 g cukor/l
Átlagos élesztőkoncentráció a reaktorban	3,75 s% élesztő sz.a. (kb. 38,5 g $\dot{E}_{sz.a.}$ /l)
A nem élesztősíthető sók koncentrációja az élesztőmentesített cefrében	kb. 3,8 s% szárazanyag /39 g sz.a/l
Átlagos tartózkodási idő a reaktorban	20,5 tonna 4,8 tonna = 4,25 óra
Óránkénti élesztőszárazanyag-képződés:	4800 × 3,75 s% = 180 kg $\dot{E}_{sz.a.}$ /óra
A szivattyú óránkénti energiafelvétele	105 kW/óra
Az élesztőszárazanyag-kihozatal a felhasznált erjeszhető diszacharidra számítva	180 kg $\dot{E}_{sz.a.}$ 315 kg erj. disach. × 100 = 57%
Fajlagos oxigén bevitel/tonna és óra biológiai O. T. R.	8,3—8,5 kg O ₂ /tonna reaktortartalom és óra 260 mól/l és óra
Fajlagos élesztőszárazanyag-képződés a reaktortartalom tonnára és óránként	8,8 kg élesztő szárazanyag/tonna és óra
Fajlagos energiafelhasználás	0,58 kWó/1 kg $\dot{E}_{sz.a.}$ 0,60 kWó/1 kg bevitt oxigén (oldott)

zők az „IZ” merülő sugaras levegőztetőberendezésekkel végzett kísérletek eredményei, mind az oxigén abszorpciós sebessége és energiaigénye, mind a fermentor kapacitásának kihasználása szempontjából. E levegőztető rendszer alkalmazásának eredményeit a 41. táblázat mutatja.

A forgórendszerű levegőztetőknél együttesen kell figyelembe venni a levegő előállítására és a levegőztetőberendezés meghajtására szükséges energiát. A keramikus rendszerű levegőztetőnél a levegőelosztó berendezés nagyobb ellenállása miatt nő az energiaigény, mert nagyobb nyomású levegő szükséges.

A levegőztetőberendezés meghajtása történhet közvetlenül elektromotorral vagy a motor elhelyezéséhez szükséges hely hiányában hidraulikusan is.

A sütőélesztő szaporításához felhasznált levegőnek tisztának kell lennie, nehogy fertőzést okozzanak a levegőben levő mikroorganizmusok. Különösen a nyár eleji száraz-szeles időben növekszik meg talajközelen a levegőben levő mikrobák száma. A levegő tisztítására sokféle megoldás ismeretes, az egyszerű porszűrőktől kezdve a teljesen baktériummentes steril levegő előállításáig.

A sűrített levegőt hűteni is kell. A levegőt célszerű minél alacsonyabb hőmérsékletre hűteni, ezzel is csökkenthető a fermentációnál szükséges hűtés. A levegő szűrésére különböző anyagok használatosak, pl. vatta, üvegyapot, aktív szén, DELBAG-szűrők. Az Egyesült Államokban pl. a kompressziós meleget használják fel a levegő csírátlánítására. Ha az összes levegőt nem is csírátlánítják, az üzemi szintenyészethez felhasznált levegőnek sterilnek kell lennie.

Az üzemben felhasználandó levegő és víz ultraibolya besugárzással is csírátlánítható (240—290 nm sugárzási tartományban, maximális hatása a 265 nm), azonban költségessége miatt csak a szintenyészeti helyiségekben használják.

A sütőélesztő szaporítása

A habzásgátlás

Az élesztőfermentáció során mindig keletkezik hab, de ezt a folyamatot, mivel a sütőélesztő-gyártásnál problémát jelent, gátolni kell. Eddig még nem sikerült e problémát megnyugtató módon megoldani.

A hab képződésének elmélete

A hab olyan diszperz rendszer, amelyben a diszperz rész gáz, a diszperziós közeg pedig folyadék. A fermentációs iparban előforduló habszerkezetek ennél lényegesen bonyolultabb diszperz rendszerek, ahol a diszperziós közeg lehet emulzió és szuszpenzió is.

A fermentáció közben a hab a tápoldat levegőztetése és kevertetése közben a felületi feszültségcsökkentő anyagok hatására keletkezik. A felületi feszültség az az erő, amely a felületi hártya összehúzásával törekszik a felület csökkentésére.

Az élesztő szaporítására használt tápoldatok a cukor- és fehérjevegyületeken kívül különböző — részben ismeretlen — felületaktív anyagokat is tartalmaznak. Ezeket vagy már az eredeti tápanyag is tartalmazza, vagy a fermentáció közben keletkeznek, esetleg magából az élesztősejtből jutnak ki.

Az erjesztőkádban keletkező hab megfelelő kevertetés hiányában magára az élesztőszaporítási folyamatra is hátrányos, csökken a fermentor hasznos térfogata, csökken a levegőztetés határfoka. Ezért vagy a hab képződését kell csökkenteni, vagy a keletkezett habot kell megszüntetni. A hab megszüntetése történhet mechanikai módszerrel vagy megfelelő minőségű, felületaktív, a tápoldat felületi feszültségét növelő kémiai anyag hozzáadásával. A hab képződését teljesen megszüntető mennyiségű habzásgátló anyag hozzáadása is hátrányos, mivel ez esetben a tápközeg felületi feszültségének növekedése miatt a légbuborékok nagysága megnő, ezáltal a levegőztetés hatékonysága csökken.

A habképző anyagoknak az alapanyagokból való eltávolítási lehetőségeit is megvizsgálták, pl. a melasz aktív szénnel történő kezelését, ioncseréléses eljárással történő részleges sóatlanítását, a habképződést okozó fehérjevegyületek enzimikus lebontását. Ezek az eljárások azonban nem gazdaságosak, a ráfordítási költségekkel az elért eredmény nem arányos. A levegőztetés mértékének csökkentése sem jelent megoldást, mivel ez esetben az élesztőkihozatal is csökken.

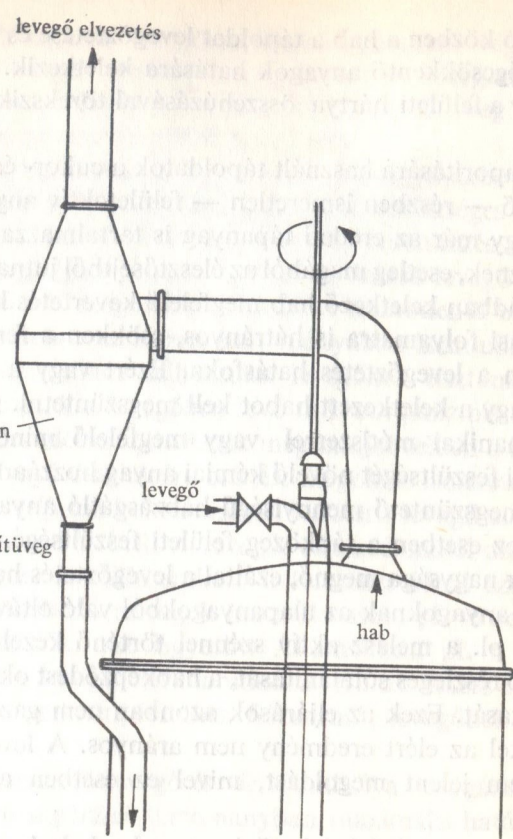
Végeredményben tehát két lehetőség marad a *habzás gátlására*:

- a hab mechanikus megszüntetése,
- a hab képződését csökkentő, illetve a keletkezett habot megszüntető hatású kémiai anyagok használata.

A habzás mechanikus módszerrel történő gátlására többféle lehetőség is van. Alkalmazhatók habtalanító ciklonok, centrifugák, permetező- és injektoros habtörők, vibrációs és ultrahangos habtalanító, továbbá a fermentorban elhelyezett keverőberendezéssel a hab mechanikus szétozlatása. E megoldások hátránya, hogy további berendezésként jelentkeznek, egy részüknek működéséhez energia is szükséges, továbbá meg kell oldani a megnyugtató mértékű sterilizálhatóságot is. A mechanikus habtörő berendezéseket gazdasági okból nem a maximális habképződésre méretezik, hanem a habtörő berendezés kapacitását meghaladó mértékű hab képződése esetén kémiai habzásgátlóanyag-adagoló automatika lép működésbe.

A hab mechanikus módszerrel való megszüntetésére használatos a *habtörő ciklon* (34. ábra).

A VOGELBUSCH-féle levegőelosztó diszpergátorral felszerelt élesztőszaporító kád teljesen zárt, és az eltávozó levegő + hab a rajzon látható módon a fermentor fölé helyezett habtörő ciklonon halad keresztül. Az érintőlegesen belépő hab és levegő keveréke a ciklonban gáz és folyadékfázisra válik szét, és a folyadék folytonosan jut vissza a cefrébe. A habtörő ciklon teljesítménye

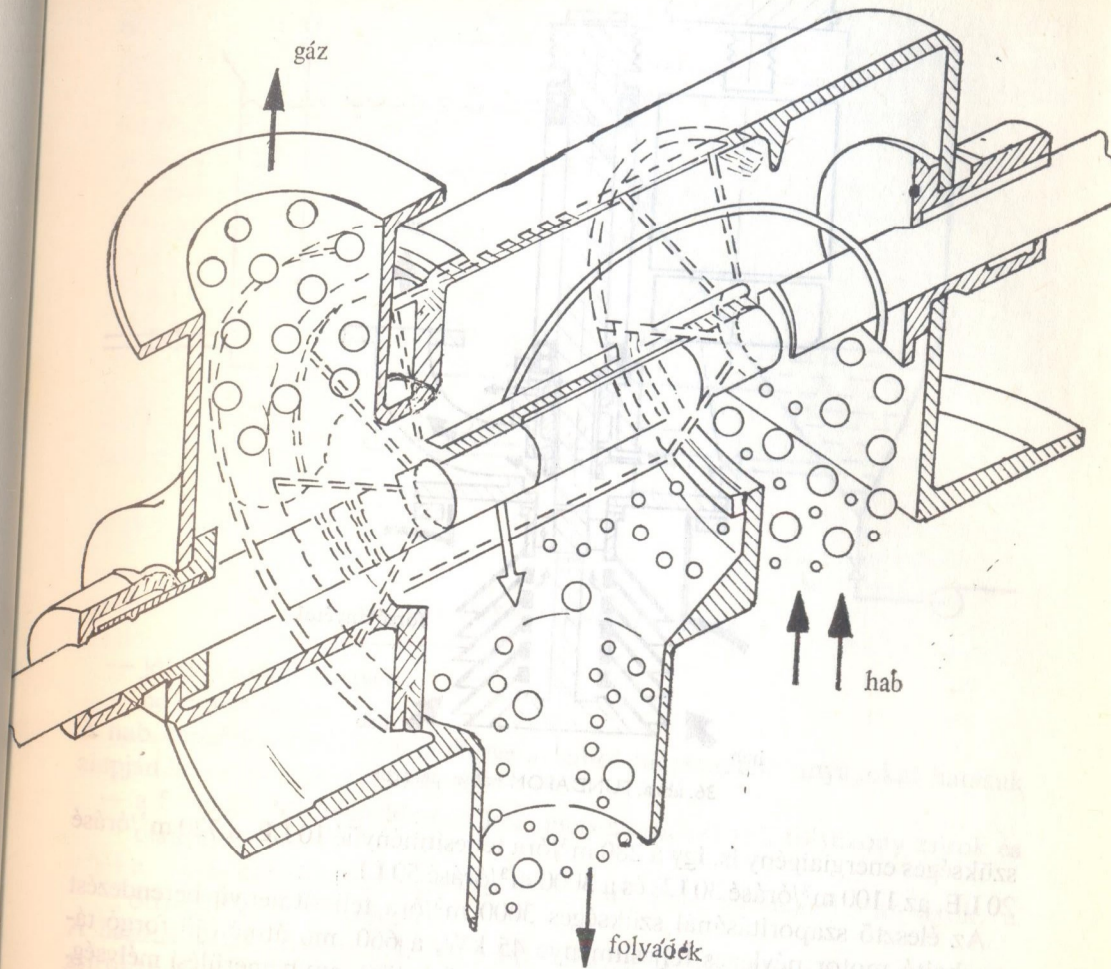


34. ábra. VOGELBUSCH-féle habtörő ciklon

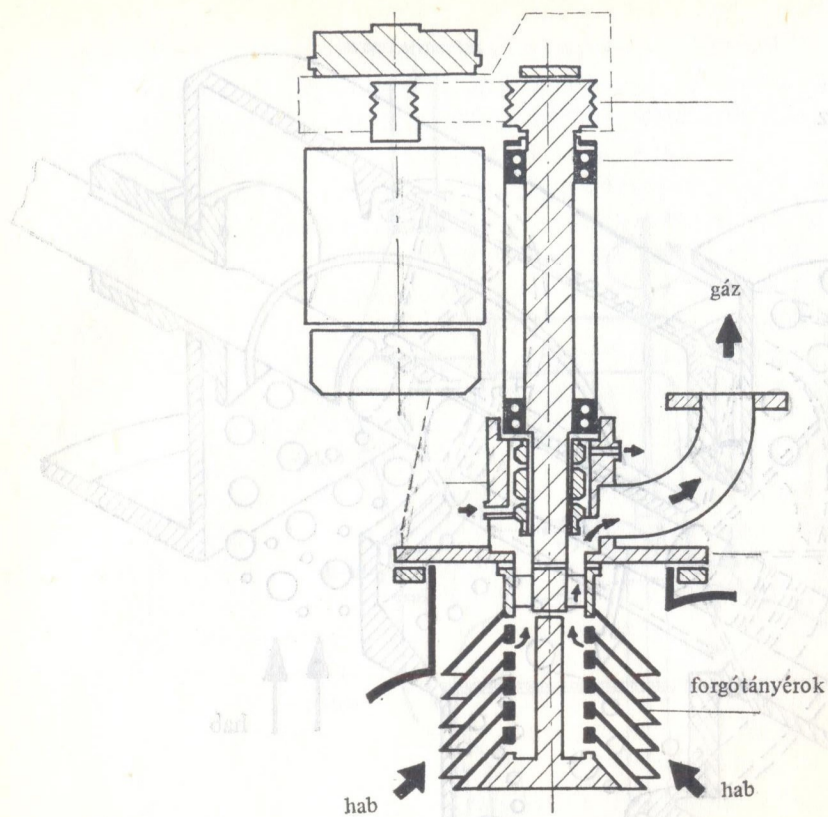
mértékű habképződés következtében a rendszer feltelik habbal, megnő a fermentor habterének nyomása, ennek hatására működésbe lép a habzágatóanyag-adagoló automatika. A megfelelő mennyiségű habzágatóanyag hatására csökken a habszint, és a keletkező habot a ciklon az előbbieknél szerinti módon bontja meg. A kiegészítő habszint-szabályozó automatika megbízható működése igen fontos, mert ellenkező esetben az elmenő levegővel együtt igen nagy mennyiségű hab is eltávozik a fermentorból.

A FRINGS-féle habtörőben (35. ábra) a levegővel elmenő hab a rajzon látható berendezésbe jut és az abban forgó habtörő lapátok bontják meg. A folyadék visszafolyik a fermentorba, a folyadékmentesített gáz a szabadba távozik. Jelenleg $1000 \text{ m}^3/\text{óránál}$ nagyobb teljesítményű berendezés még nem készül.

A Fundafom típusú *habszeparátor* a 36. ábrán látható. A kúpos tányérrendszerből álló berendezést a habtérben helyezik el és elektromotorral hajtják meg. A fermentorban képződő hab alulról lép be a berendezésbe, ahol a centrifugális erő hatására folyadék- és gázfázisra válik szét, a folyadék visszacsurog a habtérbe, a gáz pedig a levegővel együtt az üreges tengelyen keresztül eltávozik. Különböző teljesítményű habszeparátort állítanak elő, amelyeknek teljesítménye fokozatosan 3000 m^3 -ig emelkedik. Ezzel arányos a meghajtáshoz



35. ábra. FRINGS-féle mechanikus habtörő



36. ábra. FUNDAFOM habseparator

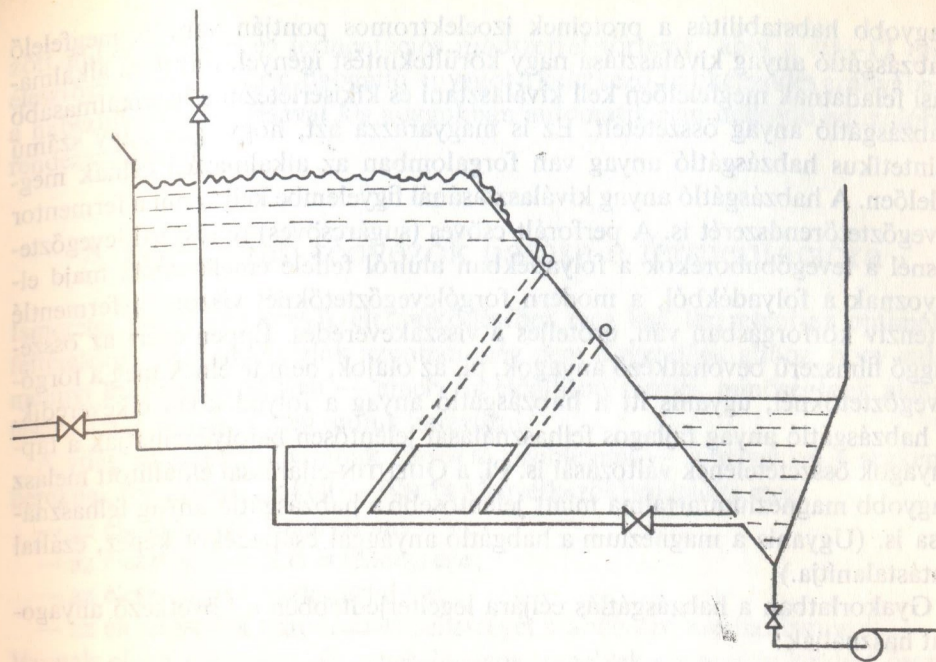
szükséges energiaigény is, így a 280 m³/óra teljesítményűé 10 LE, a 720 m³/órásé 20 LE, az 1100 m³/órásé 30 LE és a 3000 m³/órásé 50 LE.

Az élesztő szaporításánál szükséges 3000 m³/óra teljesítményű berendezést meghajtó motor névleges teljesítménye 45 kW, a 660 mm átmérőjű forgó tányérrendszer beépítési mérete 1000 mm átmérő és 900 mm bemerülési mélység.

Ezekon kívül még számos egyéb mechanikus elven működő habzáscsökkentési megoldás is ismeretes, pl. a LEFRANCOIS-féle habtalanító (37. ábra), a habtérből leszívott hab folyadéktérbe való visszanyomatása, a habtérbe folyadék befecskendezése stb. Az energiaigényes forgórendszerű habtörő berendezések alkalmazása csakis ott indokolt, ahol a hab keletkezése nagymértékű.

Napjainkban a kémiai habzásgátló anyagok használata a legáltalánosabban elterjedt. A jó habzásgátló anyaggal szembeni követelmények:

- gyors és tartós hatású legyen még kis töménységben is;
- ne csökkentse az oxigénabszorpció sebességét és az oxigén hasznosulását;
- ne legyen toxikus hatású;
- ne szennyezze a berendezéseket;
- ne legyen korrozív;
- az élesztőből és a berendezésekből maradéktalanul eltávolítható legyen;
- idegen ízt, színt vagy szagot ne okozzon az élesztőben;



37. ábra. LEFRANCOIS-féle habtalanító

- jól adagolható legyen;
- ne legyen drága.

A hab képződését csökkentő, illetve a habot megszüntető anyagokat hatásuk alapján két csoportba sorolhatjuk:

- a folyadék felületén filmszerűen elhelyezkedőkre (pl. folyékony zsírok és olajok);
- a folyadékban elkeveredőkre (pl. szintetikus habtalanító anyagok, a Struktol, Glanapon stb.).

A habzás csökkentésére már 1909 óta használják az olvasztott és folyékony zsírokat, a későbbiek folyamán rátértek az emulziók formájában való alkalmazásra is. A nagy molekulájú zsíralkoholok (pl. oktilalkohol) jó habgátló hatásúak, de kellemetlen szagúak, és az élesztő működésére káros hatásuk miatt nem terjedt el a használatuk.

A felületaktív anyagok hatását ROSS szerint az S szétterjedési együttható adja meg:

$$S = \sigma_A - (\sigma_{A/B} + \sigma_B),$$

ahol σ_A = a habzó folyadék felületi feszültsége (din/cm), $\sigma_{A/B}$ = a habzásgátló és a habzó folyadék között működő határfelületi feszültség (din/cm), σ_B = a habzásgátló felületi feszültsége (din/cm).

A habzásgátló hatás annál nagyobb, minél nagyobb az S értéke.

Az alacsony felületi feszültségen kívül a hab stabilitását növelik még a szilárd komponensek, a nagyobb viszkozitás, csökkenti a hőmérséklet emelkedése és a gravitáció. A fermentlé kémhatása is befolyásolja a hab stabilitását. A leg-

nagyobb habzástabilitás a zoelektromos pontján van. A megelőző habzástató anyag kiválasztása nagy körültekintést igényel, mivel az alkalmazási feladatnak megfelelően kell kiválasztani és kikísérletezni a legalkalmasabb habzástató anyag összetételét. Ez is magyarázza azt, hogy igen nagy számú szintetikus habzástató anyag van forgalomban az alkalmazási célnak megfelelően. A habzástató anyag kiválasztásánál figyelembe kell venni a fermentor levegőztetőrendszerét is. A perforált csöves (sugárcsőves) rendszerű levegőztetésnél a levegőbuborékok a folyadékban alulról felfelé emelkednek, majd eltávoznak a folyadékból, a modern forgólevegőztetőknél viszont a fermentlé intenzív körforgásban van, erőteljes a visszakeveredés. Éppen ezért az összefüggő filmszerű bevonatképző anyagok, pl. az olajok, nem felelnek meg a forgólevegőztetőknél, ugyanis itt a habzástató anyag a folyadékban elkeveredik. A habzástató anyag fajlagos felhasználását jelentősen befolyásolhatják a tápanyagok összetételének változásai is. Pl. a QUENTIN-eljárással előállított melasz nagyobb magnéziumtartalma miatt jelentősebb a habzástató anyag felhasználása is. (Ugyanis a magnézium a habzástató anyaggal csapadékot képez, ezáltal hatástalanítja.)

Gyakorlatban a habzástatólás céljára legelterjedtebben a következő anyagokat használják:

- növényi, állati, ásványi zsírok és olajok (rendkívül nagy számuk miatt a teljes felsorolásra nincs mód, leginkább a napraforgó-, repce-, kukorica-csíra-, pálma-, kókusz-, szójaolajokat és a disznózsírt használják);
- szintetikus habzástató anyagok (az e csoportba tartozó készítmények száma még az előbbinél is nagyobb, ezért csak néhány, a sütőélesztőgyártásnál alkalmazott vagy arra ajánlott, élelmiszeripari célra megfelelő minőségű terméket ismertetünk).

A szintetikus habzástató termékek közös jellemzője a vízdoldhatóság, illetve az, hogy vizes emulzióban is adagolhatók. A késztermékből és a berendezésekből vízzel maradéktalanul eltávolíthatók, színtelenek és szagtalanok, az élesztőre nincs károsító hatásuk. A készítmények különböző, nem ionos vegyületeket tartalmaznak, amelyeknek pontos összetétele természetesen nem ismeretes, de a hatóanyagok között megtalálhatóak, pl. a polipropilén-glikol-éterek, karbonsavpoliglikol-észterek, alkilén-oxidadmixciós vegyületek stb.

A *Struktol J—633-at és J—650-et* a Budafoki Élesztőgyárban alkalmazzák. A felhasználási tapasztalatok jók, a 100 kg élesztőre eső felhasználás kb. 0,2 kg a J—633 és kb. 0,1 kg a J—650-ből.

A *Glanapon 2000 conc.* nevű készítményt szintén a Budafoki Élesztőgyárban alkalmazzák. A felhasználási tapasztalatok jók, a 100 kg élesztőre eső felhasználás kb. 0,2 kg.

A sütőélesztő-gyártásnál külföldi gyárakban alkalmazott egyéb készítmények, amelyeknek felhasználására hazai viszonylatban nem került sor: *Glanapon DG—111, Nalco D—3013, Defom 77 és Defom 81, Pluronic L—61, L—81, L—101, Antispumin—GH.*

A habzástató anyagok kísérleti kipróbálása laboratóriumi körülmények kö-

zött mikrobiológiai és fermentációs módszerrel történik, ahol a 10—12 órás élesztőszaporítás alatt a habzástató anyagot a keletkező habképződés arányában, a habszint szabályozásával kis adagokban automatikusan működő adagolóberendezés adagolja.

A környezeti tényezők hatása a fermentációra

Ismeretes, hogy az élesztők életműködéséhez meg kell teremteni az optimális feltételeket. Mai ismereteink azonban még nem elegendőek ahhoz, hogy valamennyi környezeti feltételt — amely az előállított termék minőségének alakulására hatással van — meg tudjuk határozni.

A világ sütőélesztő-iparának alapvető problémáit — amelyekkel a szakembereknek foglalkozniuk kell — WHITE a következőkben jelölte meg:

- az élesztősejtek víztartalma;
- az élesztők ozmózis érzékenysége;
- az élesztősejtek enzimentartalma;
- az élesztősejtek szaporodási sebességét szabályozó mechanizmusok.

Vannak olyan környezeti és egyéb hatások, amelyek ezt a négy kérdést összekapcsolják. Remény van rá, hogy a jövőben lehetőség nyílik jobb erjesztőképességű és nagyobb tartósságú élesztők előállítására.

Az élesztő szaporodásának alakulására befolyással van magának a mikroorganizmusnak a tulajdonsága, de nagy jelentőségűek azok a környezeti hatások is, amelyek között az élesztőt tenyésztik. A mikroorganizmusok élettevékenységét és szaporodását meghatározó élettelen környezeti tényezőket hagyományosan kémiai és fizikai tényezőkre osztják. Egyik sem jelentkezik egymástól elszigetelten, közöttük szoros összefüggés van. A környezeti tényezők hatása kétféle lehet

- előnyös: ha a mikroorganizmusok élettevékenységét, szaporodását elősegítik;
- hátrányos: ha a mikroorganizmusokat elpusztítják, vagy élettevékenységüket gátolják.

Ez a felosztás azonban nem ilyen egyszerű, mivel az egyik mikroorganizmusra előnyös tényező a másakra hátrányos lehet, továbbá a hatás milyensége gyakran annak erősségétől, mértékétől is függ.

Minden tényezőnek két szélső értékhatára van és eközött van egy szűkebb vagy tágabb tartomány, ami a szaporodáshoz a legkedvezőbb (optimális). A szélső értékek felé közeledve a szaporodás lassúbbá válik, majd az értékhatárt átlépve megszűnik, a hatást azonban a mikroorganizmus még túlélheti. Az érték további csökkenése vagy növekedése pusztulást okoz.

Ezek a hatások nemcsak a mikroorganizmusok fajai és törzsei szerint különböznek, hanem még az életciklus szakaszai szerint is változnak. Általában az élénk anyagcserét folytató sejtek érzékenyebbek a környezeti hatásokra. Ha a sejt szerkezete ép marad, nagyon sok mikroorganizmus még az anyagcsere megszűnése esetén sem pusztul el.

A szaporodási együttható (r)
és az erjesztési együttható (s) összefüggése
a sejt koncentrációval

Kiindulási élesztő- koncentráció g/l	r	s
1	0,293	0,447
5	0,270	0,472
10	0,250	0,485
25	0,223	0,497
50	0,190	0,490
100	0,135	0,436

Különböző hőmérsékleten szaporított
élesztősejtek összetétele
(szintetikus táptalajban)
(WHITE adatai)

Szaporítási hőmérséklet °C	Az élesztősejtek összetétele súlyszázalékban	
	szárazanyag	víz
20	23,8	76,2
25	25,1	74,9
30	27,1	72,9
35	29,3	70,7
40	32,0	68,0
43	33,8	66,2

A szaporodási sebesség az élesztőkoncentrációtól is függ. A 44. táblázat tápsóval kiegészített glükózoldatban végzett levegőztetési élesztőszaporítási kísérlet adatait tartalmazza (WHITE adatai).

Az előbbieken kívül természetesen még igen sok tényező hat az élesztők szaporodási sebességének alakulására, pl. a tápanyag-adagolás módja, fermentációs körülmények, tápanyag-, vitamin-, nyomelem-ellátottság stb.

Ismeretes, hogy a sejtszaporodás hőmérséklete befolyásolja a sejt víztartalmának alakulását.

□ WHITE vizsgálta az élesztő ozmózisérzékenységét. Megállapította, hogy a sütőélesztőtől megkívánjuk a jó kelesztőképességet, de bizonyos élesztők (amelyek normális összetételű kenyértésztában kiváló gázképző-erjesztők) aktivitása erősen csökken olyan különlegesen sok cukrot és sót tartalmazó tésztákban, amelyeket általában a sütemények, az édes tészták készítéséhez használnak.

Az élesztő ozmózisérzékenységét, az ún. „ozmoszenzitivitást” úgy határozzák meg, hogy mérik azt a többletidőt, amely ahhoz szükséges, hogy meghatározott mennyiségű szén-dioxid keletkezzék abban az esetben, ha a normál tésztához meghatározott mennyiségű sót (vagy cukrot) adnak.

PLEVAKO rámutatott, hogy a külső és a sejten belüli ozmózisnyomás különbségével arányos a sejtasszimilációs tevékenység. A külső nyomásnak természetesen mindig kisebbnek kell lennie. A különböző élesztők sejtnedvének szárazanyag-tartalma eltérő. A *Saccharomyces cerevisiae* sejtnedvének 3–6%-os szárazanyag-tartalma esetén 8–12 atm az ozmózisnyomás. *Micotorula* és *Torula* élesztők sejtnedvének szárazanyag-tartalma 1–2,5%.

A cefre melaszkoncentrációjának növelésével nő a sejtnedv szárazanyag-tartalma. Az élesztőszaporodási sebesség csökken az 5% szárazanyagot tartalmazó melaszcefrében (1:17 hígítási érték), a szaporodási sebesség (H) = 1,166, a 7–8% szárazanyag-tartalom (1:10–12-es hígítási arány) esetén H = 1,11.

A töményebb cefre előnye viszont az, hogy a nem *Saccharomyces* élesztők és a fertőző mikroorganizmusok kevésbé tudnak szaporodni.

A felhasznált normál melasz az élesztőszaporodáshoz szükséges vitaminokat, szerves nitrogénvegyületeket, nyomelemeket általában elegendő mennyiségben tartalmazza.

PLEVAKO szerint a melasz 80–140 mikrogramm/kg biotint tartalmaz, amelyet 200 mikrogramm/kg-ra kell kiegészíteni. Biotin helyett deztibiotin vagy kukoricalekvár is használható. Az 50% szárazanyag-tartalmú kukoricalekvárban 1000–2000 mikrogramm/kg biotin és 1–2% aminonitrogén van.

A melasz minősítését ún. gyorsmódszerrel végzik. A 6 órás szaporítás alatt mérik az élesztő szaporodási sebességét, mely a jól felszerelt sütőélesztőgyárakban H = 1,16. 80 százalékos kihozatali értékekkel számolnak, 20% oltóélesztőt alkalmazva. Rosszabb melaszok esetén a szaporítási idő hosszabbításával lehetne a kihozatal romlását elkerülni. A szaporodási együttható (r) átlagosan 0,125–0,145.

A sütőélesztő gyártása

A sütőélesztő-gyártási eljárások legfontosabb követelményei:

- az élesztő megfelelő és állandó minőségű legyen (a megkívánt jó kelesztőképesség tárolás közben se csökkenjen, továbbá minél hosszabb ideig lehessen tárolni);
- korszerűség és gazdaságosság (minél kevésbé legyen munka-, energia- és eszközigényes, a felhasznált anyagokat veszteségmentesen hasznosítsa);
- tegye lehetővé a környezetvédelmi feladatok megoldását.

A sütőélesztő előállítására nagyon sokféle technológia ismeretes. Ezek közül jellemzője, hogy laboratóriumi egysejtkultúrából kiindulva megfelelő táptalajban, az optimális szaporodási feltételeket megteremtve szaporítják az élesztőt.

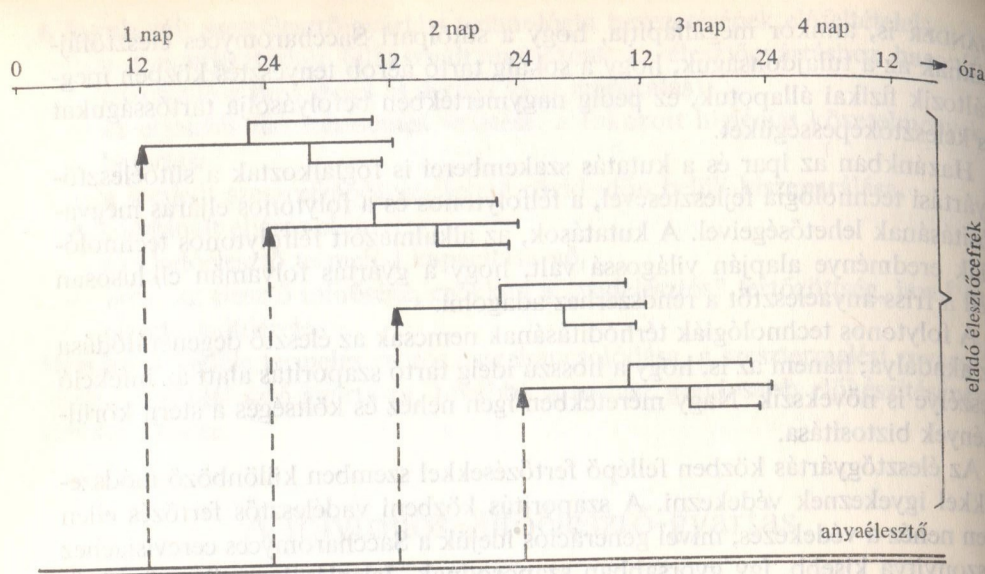
A szaporítás lényegében három szakaszra osztható:

- a szintenyésztésre;
- az anyaélesztő-készítésre;
- az eladóélesztő-készítésre.

Ezek között a szaporítási szakaszok között azonban mindinkább elmosódik a határ és összekapcsolódnak egymással.

A sütőélesztő-gyártási eljárások fejlődésében kétségtelenül a levegőztetési-hozzáfolytatási elv kidolgozása volt a legjelentősebb. Ez tette lehetővé az élesztőgyártás függetlenítését a szeszgyártástól, bár a helyi adottságok miatt még ma is sok üzem alkalmaz szeszgyártással kapcsolt technológiát.

Az egyes üzemekben alkalmazott technológiák kialakításánál a helyi lehetőségeket, továbbá a termelési és gazdaságossági követelményeket messze-



44. ábra. A félfolytonos eljárás időprogramja

a termelt élesztő mennyisége is. Különösen az indulási (felfutási) szakaszban kedvezőtlen a fermentor kihasználása. Több oltóélesztővel ezen lehet segíteni, ez esetben csökken a szaporításiidő-szükséglet.

A félfolytonos eljáráshoz rendelkezésre álló berendezések a már ismertett 100 m³-es, perforáltcsöves levegőztetőrendszerrel ellátott fermentorok.

Az eljárás főbb jellemzői:

- az anyaélesztő szaporítása a szintenyézzettel való indítás után 3—6 napon át folyamatosan;
- az eladóélesztő-cefrék indítása (a szokásos módon gyártott és előkészített anyaélesztő helyett) szaporodási fázisban levő megfelelő mennyiségű cefrével.

A hazánkban kidolgozott eljárást a 44. ábra szemlélteti.

Az anyaélesztő-gyártás

Feladata a 11 óránként induló eladóélesztő-gyártási ciklusokhoz elegendő, jó minőségű, fertőzésmentes oltóélesztő előállítás.

A laboratóriumi szintenyézzetből, kétlépcsős üzemi szintenyézzetben továbbszaporított élesztővel oltják be a folytonos anyaélesztőkádat.

A tápanyag hozzáadása folytonos, állandó levegőztetés közben. A cefrevezetésnél tartani kell az előírt alkoholkoncentrációt és a megfelelő pH-értéket. 12 óránként a cefre ³/₄ részének felhasználásával indítanak meg 1—1 eladóélesztő-szaporítási ciklust. A tápanyag folytonos táplálása közben (természetesen megfelelően levegőztetve) a következő cefreindításig ismét az eredeti mennyiségre szaporodik az élesztő. Az újabb cefreindítás után az eljárás hasonlóan folytatódik tovább.

Ha az anyaélesztő-cefre mégis elfertőződik, akkor újabb szintenyézzettel kell az anyaélesztő-szaporítást megindítani, de csak a leggyorsabban végrehajtott tisztítás-fertőtlenítés után.

Az eladóélesztő-gyártás

A technológia kialakításakor a levegő, víz, gőz, elektromos energia felhasználásának egyenletessé tétele, a rendelkezésre álló kádak optimális kihasználása és az eladóélesztő-termelés növelése volt a cél.

Egy-egy eladóélesztő-szaporítási ciklus 24 óráig tartott, a három fermentor felhasználásával. Az első kád az anyaélesztő-cefrével indult, majd a tápanyagot folytonosan adagolva 10 órás szaporítás következett. Ekkor a cefre ¹/₃-ával oltották be a második, majd további 6 óra múlva a harmadik kádat, mind-egyikbe az élesztő növekedésének megfelelő tápanyagot adagolva. A levegőztetés időtartama az utolsó 3 óráig 350 m³/m³/óra.

A cefrék szaporításának befejezésekor az volt a törekvés, hogy egy-egy ciklus szeparálása folytatólagos legyen, és a három cefre élesztőjének összekeverésével egyenletessé tegyék a minőséget.

Egy szaporítási ciklusban 12 000 kg eladóélesztő van, amely

$$\frac{12\,000\text{ kg } \dot{E}_{30}}{80\text{ m}^3 \cdot 43\text{ óra}} = 3,5\text{ kg } \dot{E}_{30}/\text{m}^3/\text{ó}$$

eladóélesztő előállításának felel meg.

Élesztőgyártás forgólevegőztetőkkel

A Vogelbusch-féle diszpergátoros levegőztető

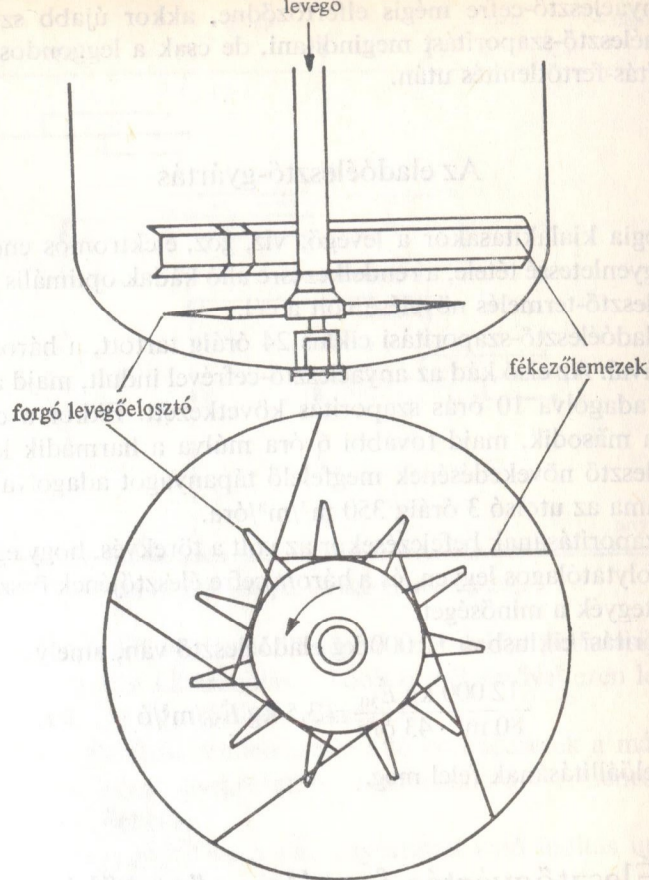
A levegő finom elosztására jól beváltak a forgórendszerű elosztók. Hazánkban 1969-ben VOGELBUSCH-féle levegőelosztó diszpergátorokat alkalmaztak 100 m³-es szaporítókádkban. A percnként 96 fordulatú berendezés felső meghajtású és 45 kW-os motor (1460/p) hajtja a közlőmű segítségével.

A VOGELBUSCH-cég ajánlati adatai szerint a berendezéssel alkoholmentes eljárás esetén elérhető levegőfelhasználás 3,3—5 Nm³/kg \dot{E}_{27} , élesztőnövekmény a kádban 7—9 kg $\dot{E}_{27}/\text{m}^3/\text{óra}$.

A levegőztető működése a 45. ábrán látható. A komprimált levegő a keverőtengelyt körülvevő csövön jut a forgó elosztóba. Innen a propellerszárnyak forgásiránnyal ellentétes oldalain levő hosszirányú résein át kerül a folyadékba. A keverő és a kádátmérő aránya 3: 5. A folyadék együttforgását beépített fékezőlapok akadályozzák.

Az új rendszerű levegőztetéssel egyidejű korszerűsítések:

- a melaszadagolás a cefre alkoholkoncentrációja alapján automatikusan vagy kézzel szabályozva;



45. ábra. VOGELBUSCH-diszpergátor

- a tápsóoldat adagolása rotaméteres mérés alapján történik, kézi szabályozással;
- a cefre alkoholtartalmának mérése és regisztrálása automatikus — AUTOXIMAX — műszerrel (a távozó levegő—gáz összetételének mérése alapján);
- a habzsgátlás mechanikus elven működő habtörő berendezéssel történik (ciklon), kiegészítve a habzsgátló anyag automatikus adagolásával (a kád felső terében levő nyomásváltozással vezérelve);
- a cefre hőmérséklete automatikus szabályozású (a kád külső palástjára szerelt csörgedezőhűtéssel és lemezes hőcserélővel).

Az élesztőszaporítási folyamat fertőzési lehetőségeit csökkentő megoldások:

- a fermentorok teljesen zártak (belső túlnyomás);
- a fermentációs folyamat szabályozása, ellenőrzése zárt rendszerű;
- a fermentorok tisztítása beépített szórófejes mosórendszerrel végezhető (vegyszeres tisztítás, formalinos gőzölés);
- a berendezések szerkezeti anyaga saválló acél.

A tápanyag előkészítése — a melasz hígítása, sterilizálása és szeparálása folytonos. Erről a svéd S. J. A. cég által gyártott berendezés gondoskodik. A melasz az automatikus működésű hígítótartályban 40 Blg°-osra hígul, majd lemezes hőcserélőben a már sterilizált melasz hőjének hasznosításával és gőz-bevezetéssel 110—115 °C-ra melegszik. Ezután egy ún. „hőn tartó” vezetékrendszeren 3 perc alatt áthaladva visszajut a lemezes hőcserélőbe, ahonnan 80 °C-ra hűlve kerül a folytonos működésű melaszszeparátorba.

A további lépések:

- melasztárolás 70—80 °C-on, közvetlenül a felhasználás előtt 30 °C-ra lehűtve;
- a nitrogén- és foszfortartalmú tápsók előkészítése keverős oldó- és ülepítőtartályokban.

Az ammónium-hidroxidot és a kénsavat hígítva használják fel.

Az élesztő kinyerése és feldolgozása is korszerűsödött. Nagyobb teljesítményű élesztőszeparátorok (De Laval, DX 309) lehetővé tették a cefre 2 óra alatti feldolgozását. Az anyaelesztő-cefrelől kinyert sűrítményt lemezes hőcserélőben +2—+4 °C-ra lehűtve tárolják továbbfelhasználásig. Korszerűsödött az eladóélesztő feldolgozása is lengyel és svéd gyártmányú vákuumdobszűrők és szovjet és svéd gyártmányú csomagológépek alkalmazásával. Így nemcsak a munka vált könnyebbé, hanem az élesztőgyártás higiéniai feltételei is javultak.

A VOGELBUSCH-diszpergátorok alkalmazására kidolgozott sütőélesztő-gyártási technológia főbb jellemzői:

- a cefre élesztőkoncentrációját a perforált levegőztetőshöz viszonyítva több mint kétszeresére lehet növelni;
- a habtörő ciklon a kémiai habzsgátló anyagok felhasználását csökkentette;
- a fermentorok kapacitása megkétszereződött;
- az élesztő minősége javult és egyenletessé vált;
- az élesztőgyártás költségei csökkentek (fajlagos melasz, levegő és munkakerő).

Ezzel szemben nemcsak az élesztőgyártással, hanem a berendezések karbantartóival szembeni követelmények is fokozódtak. Ez különösen a műszerek, automatikák, precíziós gépek kezelésénél és karbantartásánál jelentkezett. Ugyancsak nőtt a berendezésekhez szükséges tartalék alkatrészek mennyisége is.

A sütőélesztő-gyártáshoz szükséges anyaelesztő előállítás (a korábbi technológiához hasonlóan) laboratóriumi szintenyészetből kiindulva kétfokozatú üzemi tenyésztés készítésével kezdődik. Ebből készül az előzőnél nagyobb (36 m³-es) kádban az I. anyaelesztő, majd ennek cefréjével indul a II. anyaelesztő. Ennek leerjedt cefréjét az élesztőszeparálással kinyerve, savazással megtisztítva használják fel a három eladóélesztő-cefre indításához. A II. anyaelesztő és az eladóélesztő-cefrék készítése a négy 100 m³-es kádban történik.

A 20 órás szaporítással cefrénként 10—11 t élesztőt lehet előállítani. A vizes mosással kombinált ismételt szeparálás után — 18—22% a sűrítmény szárazanyag-tartalma — ezt lemezes hőcserélőn +3—+4 °C-ra hűtve tárolják.

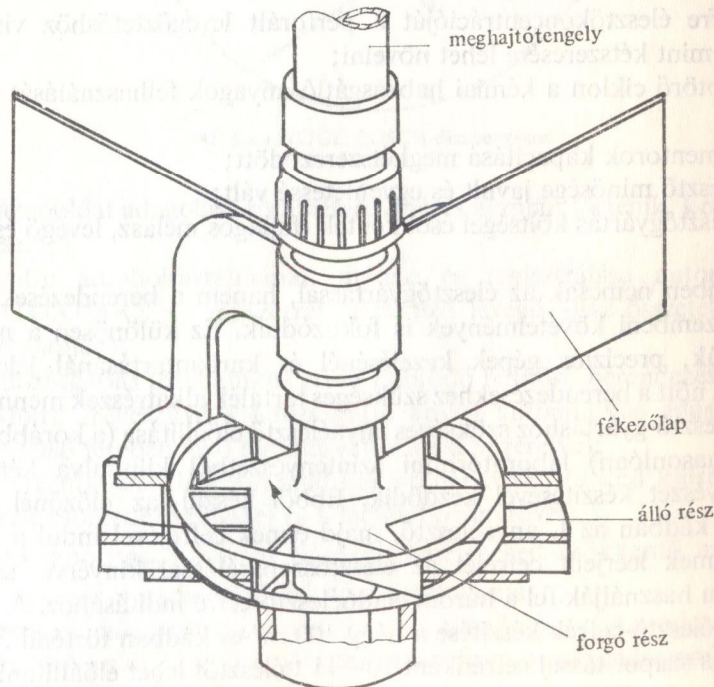
A vakuumdobozos levegő-élesztő közvetlenül a lomtörő-vágo gépbe, majd a megfelelő méretűre vágott darabok a csomagológépbe jutnak. A csomagolt élesztőt 5 és 10 kg-os papírdobozokban hűtőkamrában tárolják a kiszállitásig.

A VOGELBUSCH-féle levegőelosztó diszpergátor használatával a szükséges levegő mennyisége cefrénként 125—175 m³/m²/óra csökkent. A négy 100 m³-es szaporítókádban hatnapos üzem mellett 6500—7000 t/év csomagolt süítő-élesztőt lehet előállítani. A melaszfelhasználás csökkent, 118—125 kg/100 kg É₂₇.

Frings-féle önszívó levegőztető

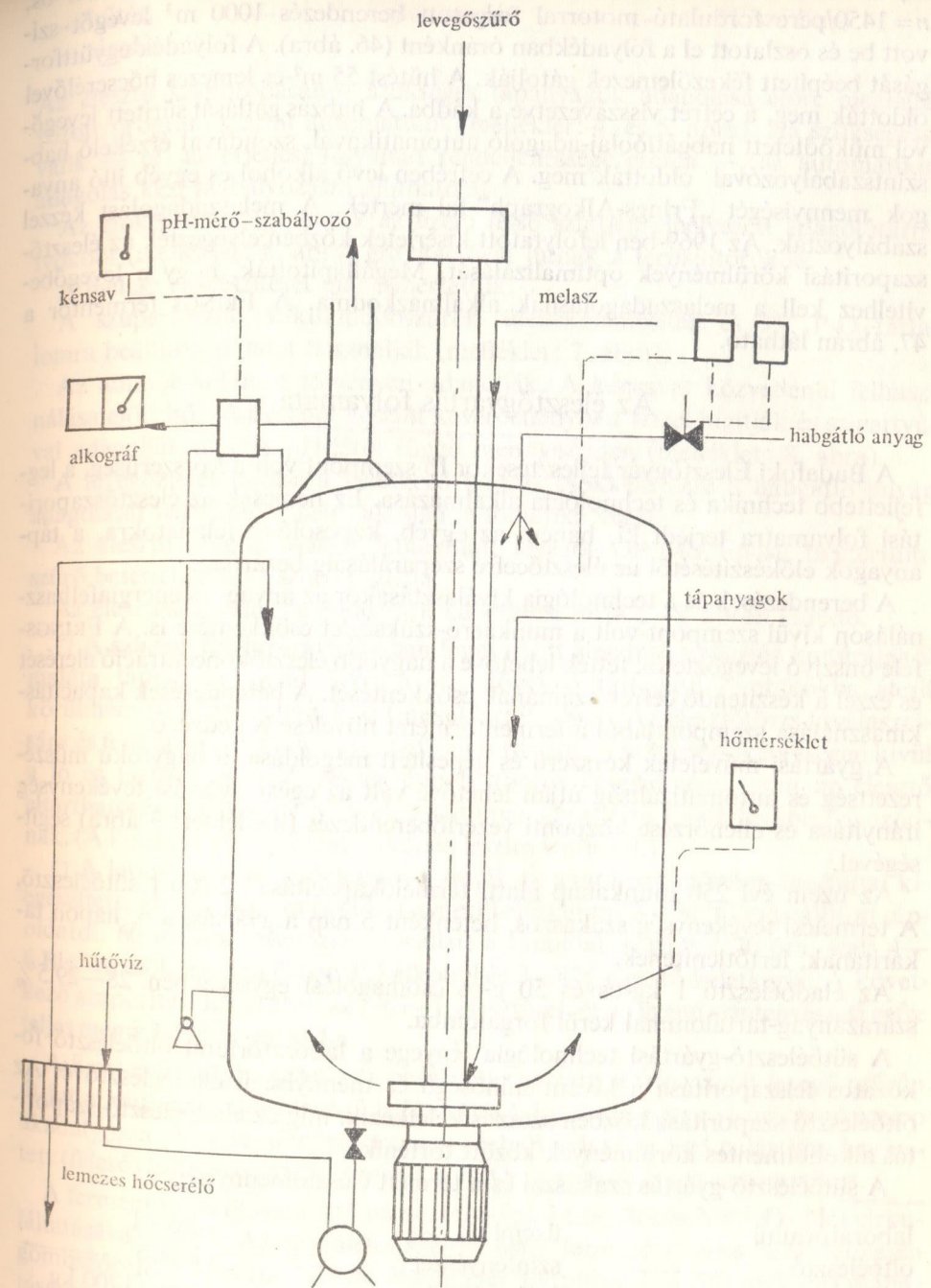
A FRINGS cég által gyártott önszívó rendszerű forgólevegőztetőket az ecetgyártásban már 1950 óta alkalmazzák. A berendezés nagy előnye, hogy önszívó, azaz nincs szükség külön légfúvóra, így csökken a levegőztetés költsége. További előnye, hogy a levegőt a fermentor teljes egészében finoman szétosztja, ennek eredménye az oxigén jó hasznosulása.

A gyártó cég megoldotta az olyan nagy méretű fermentorokhoz szükséges levegőztetőberendezések előállítását, amelyek alkalmasak 1800 és 2400 m³/óra levegő beszívására négyméteres vízoszlopnomás ellenében. Így lehetővé vált a levegőztető rendszer alkalmazása a süítő-, táp- és takarmányélesztő-iparban is. A süítőélesztő-gyártásban alkalmazhatóságát először Heilbronnban próbálták



46. ábra. FRINGS-féle levegőztető

Forrás: KRETZSCHMAR: Technische Mikrobiolog 1968. 79. old.



47. ábra. FRINGS-féle fermentor

ki, 59 m³-es kádban, amelyet kétharmadáig lehetett tölteni. A 90 kW-os, $n=1450$ /perc fordulatú motorral forgatott berendezés 1000 m³ levegőt szivott be és oszlatott el a folyadékban óránként (46. ábra). A folyadék együttforgását beépített fékezőlemezek gátolják. A hűtést 55 m²-es lemezes hőcserélővel oldották meg, a cefrét visszavezetve a kádba. A habzás gátlását sűrített levegővel működtetett habgátlóolaj-adagoló automatikával, szondával érzékelő habszintszabályozóval oldották meg. A cefrében levő alkohol és egyéb illó anyagok mennyiségét „Frings-Alkograph”-fal mérték. A melaszadagolást kézzel szabályozták. Az 1969-ben lefolytatott kísérletek közben elvégezték az élesztőszaporítási körülmények optimalizálását. Megállapították, hogy a levegőbevitelhez kell a melaszadagolásnak alkalmazkodnia. A FRINGS fermentor a 47. ábrán látható.

Az élesztőgyártás folyamata

A Budafoki Élesztőgyár fejlesztésekor fő szempont volt a korszerűség, a legfejlettebb technika és technológia alkalmazása. Ez nemcsak az élesztőszaporítási folyamatra terjedt ki, hanem az egyéb, kapcsolódó feladatokra, a tápanyagok előkészítésétől az élesztőcefre szeparálásáig bezáróan.

A berendezések és a technológia kiválasztásakor az anyag- és energiafelhasználáson kívül szempont volt a munkaerő-szükséglet csökkentése is. A FRINGS-féle önszívó levegőztetők tették lehetővé a nagyobb élesztőkoncentráció elérését és ezzel a készítendő cefrék számának csökkentését. A berendezések kapacitáskihhasználása szempontjából a fermentorméret növelése is kedvező.

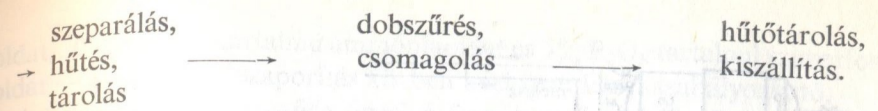
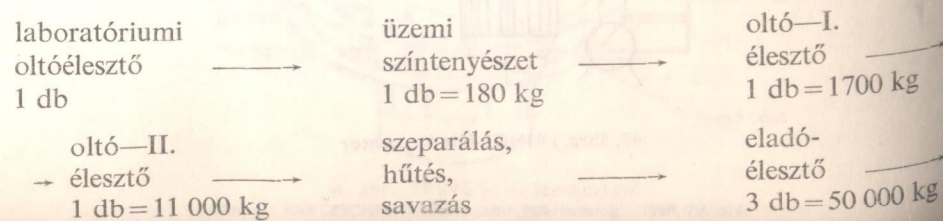
A gyártási műveletek korszerű és gépesített megoldása, a nagyfokú műszerezettség és automatizáltság útján lehetővé vált az egész gyártási tevékenység irányítása és ellenőrzése központi vezérlőberendezés (melléklet: 3 ábra) segítségével.

Az üzem évi 250 munkanap alatti termelőkapacitása 12 000 t sütőélesztő. A termelési tevékenység szakaszos, hetenként 5 nap a gyártás, a 6. napon tarítanak, fertőtlenítenek.

Az eladóélesztő 1 kg-os és 50 g-os csomagolási egységekben, 28—29,5% szárazanyag-tartalommal kerül forgalomba.

A sütőélesztő-gyártási technológia lényege a laboratóriumi oltóélesztő fokozatos felszaporítása a kívánt minőségű és mennyiségű eladóélesztővé. Az oltóélesztő szaporítása közben szesz is keletkezik, míg az eladóélesztő-szaporítás alkoholmentes körülmények között történik.

A sütőélesztő-gyártás szakaszai és a termelt élesztőmennyiségek:



Az élesztő szaporodásához szükséges tápanyagok adagolása előre meghatározott program szerint automatikus (melléklet: 4. és 5. ábra). Ha szükségessé válik — pl. az erjedési folyamat rendellenessége esetén —, az automatikus adagolás kézi szabályozásra állítható át.

Az előkészített tápoldatok az üzem felső szintjén elhelyezett adagolótartályokból (melléklet: 6. ábra) gravitációval jutnak a fermentorokba.

A melasz előkészítését már ismertettük.

A szuperfoszfát vákuumdobszűrőn üledékmentesített és 3% P₂O₅-tartalomra beállított oldatát használják (melléklet: 7. ábra).

Az ammóniaoldatot töményen adagolják. A kénsavat közvetlenül felhasználása előtt hőálló üvegből készült keverőedényben vízzel hígítják és szivattyúval adagolják a cefre pH-jától függő mennyiségben (melléklet: 8. ábra).

A levegőztetés hatására keletkező habzás csökkentésére a habgátló anyag adagolását habszintérzékelés alapján automatika végzi.

Az élesztő szaporításához felhasznált levegőt DELBAG típusú baktériumszűrő betéttel ellátott szűrő tisztítja.

Az élesztőszaporító berendezések kapcsolási rajza a 48. ábrán látható.

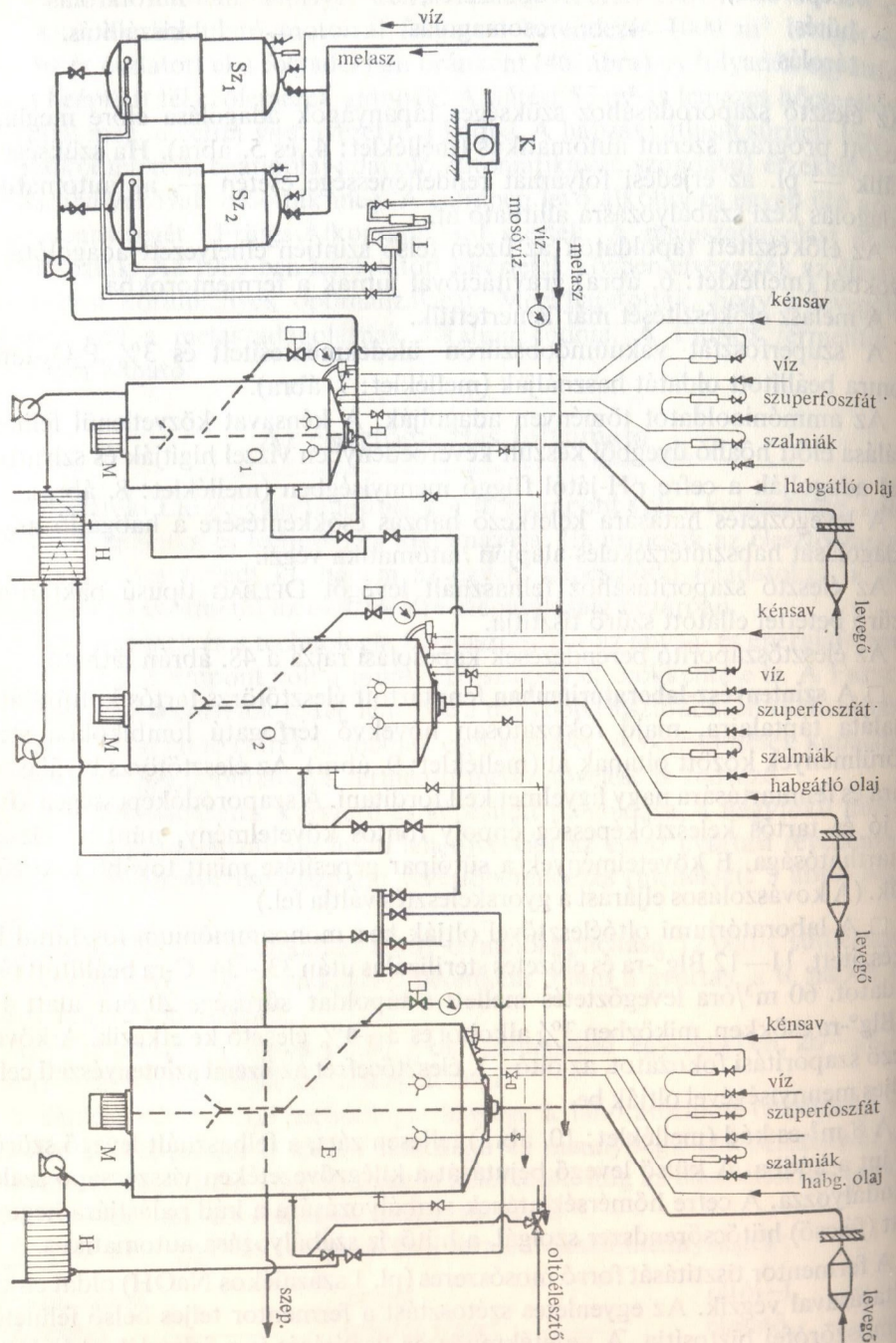
□ A **színtenyész-laboratóriumban** fenntartott élesztőtörzs tartós kultúrájából maláta táptalajra, majd fokozatosan növekvő térfogatú lombikokba steril körülmények között oltanak át (melléklet: 9. ábra). Az élesztőtörzs kiválasztására és fenntartására nagy figyelmet kell fordítani. A szaporodóképességen kívül a jó és tartós kelesztőképeség éppoly fontos követelmény, mint az élesztő eltarthatósága. E követelmények a sütőipar gépesítése miatt tovább fokozódnak. (A kovászolásos eljárást a gyorskelesztés váltja fel.)

□ A laboratóriumi oltóélesztővel oltják be a monoammónium-foszfáttal kiegészített, 11—12 Blg^o-ra és előzetes sterilizálás után 33—34 °C-ra beállított tápoldatot. 60 m³/óra levegőztetés mellett a tápoldat sűrűsége 20 óra alatt 4—6 Blg^o-ra csökken, miközben 3% alkohol és 3—4% élesztő keletkezik. A következő szaporítási fokozatot, az oltó—I. élesztőcefrét az **üzemi szintenyészeti** cefre teljes mennyiségével oltják be.

A 8 m³-es kád (melléklet: 10. ábra) teljesen zárt, a felhasznált levegő szűrőn át jut a kádba. A külső levegő bejutását a kilégzővezetéken visszacsapó szelep akadályozza. A cefre hőmérsékletének szabályozására a kád palástjára hegesztett (félcső) hűtőcsőrendszer szolgál, a hűtővíz szabályozása automatikus.

A fermentor tisztítását forró mosószeres (pl. 1 százalékos NaOH) oldat cirkuláltatásával végzik. Az egyenletes szétosztást a fermentor teljes belső felületén gömbszórófej biztosítja. A vezetékhálózat tisztítását is a folyadék cirkuláltatásával végzik. A kád tisztítása vizes öblítéssel és gőzöléssel fejeződik be.

□ Az **oltó—I. élesztő** előállításakor a folyamat célja a szintenyészszakaszban termelt élesztő továbbszaporítása. A szaporítás 30 m³-es fermentorban 20 m³ végtérfogatban történik, időtartama 18 óra. A tápanyagok — 40 Blg^o-os melasz-



48. ábra. Élesztőszaporító kádak kapcsolási rajza

oldat, 20% nitrogéntartalmú ammóniaoldat és 3% P_2O_5 -tartalmú szuperfoszfátoldat — adagolása a szaporítás közben kézi vezérléssel szabályozható.

A levegőztetés FRINGS-féle önszívó forgólevegőztetővel történik. A szaporítás alatt alkalmazott levegőztetés $25 \text{ m}^3/\text{m}^3/\text{óra}$. A cefre pH-ja 4,5—4,8, hőmérséklete 30°C .

A szaporítási folyamat végén a cefre élesztőtartalma 9—11% \bar{E}_{28} , alkoholtartalma a kezdeti egy százalékról fokozatosan 0,1 százalékra csökken. Ez a cefre szolgál teljes mennyiségben az oltó—II. kádban szaporítandó élesztő oltására.

A tápanyagok (melasz-, szuperfoszfát-, ammóniaoldat) adagolása előre meghatározott program szerint történik. Az adagolt mennyiségeket műszerek mérik, ezek kimenőjele a központi táblán levő műszerbe jut, amely a pillanatnyi értéket jelzi és regisztrálja. Egy összmenység-szabályozó berendezés az adagolást a kívánt mennyiség elérése után kikapcsolja.

A cefre pH-értéke 4,5—4,8, amelyet a pH folytonos mérése alapján kénsav adagolással automatikusan szabályoznak.

□ Az oltó—II. élesztő előállítási folyamatának célja az oltó—I. szakaszban termelt élesztő továbbszaporításával az eladóélesztő-szakaszhoz elegendő oltóélesztő előállítása.

A szaporítási idő a 100 m^3 -es kádban 16 óra, a levegőztetés $25 \text{ m}^3/\text{m}^3/\text{óra}$, a pH 4,5—4,8, a hőmérséklet 30°C , a végtérfogat 60 m^3 , az élesztőtartalom 18—20% \bar{E}_{28} .

A berendezések, a tápanyagok, a cefrevezetés stb. az oltó—I.-nél leírtak szerinti, az egyetlen eltérés az alkoholmentes cefrevezetés.

A cefre szeparálása után kapott és savazással tisztított élesztősűrítménnyel 3 eladóélesztő-cefrét oltanak be.

□ Az utolsó, ún. eladóélesztő-szaporítási szakaszban a savazott oltó—II. $1/3$ -ával, de legalább 3000 kg élesztőnek megfelelő sűrítménnyel egy-egy eladóélesztő-cefrét indítanak.

A tápanyagok az oltóélesztő szaporításával azonosak (40 Blg°-os melaszoldat, 3% P_2O_5 -tartalmú szuperfoszfátoldat, 20% nitrogént tartalmazó ammóniaoldat). A tápanyag adagolása automatikus; a melaszadagolás folytonos, a tápsóadagolás szakaszos.

A szaporítás alkoholmentes közegben 16 óra, a levegőztetés $25 \text{ m}^3/\text{m}^3/\text{óra}$, a cefre hőmérséklete 30°C , a pH-ja 4,2—6,0. A folyamat végén a cefre élesztőtartalma 18—22 \bar{E}_{28} . A 160 m^3 -es, 100 m^3 hasznos térfogatú szaporítókádban FRINGS-féle önszívó levegőztetőberendezés van (melléklet: 11. ábra).

A cefrét lemezes hőcserélővel hűtik, a pH szabályozása, a habgátló anyag adagolása automatikus (melléklet: 12. ábra).

A 47. táblázat a budafoki sütőélesztő-gyártás szaporítási szakaszainak adatait szemlélteti.

A 48. táblázat tartalmazza a 160 m^3 -es FRINGS-féle fermentorban készített eladóélesztő-szaporítás adatait és a folyamat főbb jellemzőit.

□ A szeparálásra is sor kerül, amikor a technológiai folyamat szükségessé teszi az élesztőnek a cefre egyéb alkotórészeitől való elválasztását. Ezt a mű-

47. táblázat

Élesztőszaporítási tevékenység áttekintése

	Szín- tenyész	Oltó—I.	Oltó—II.	Eladó
Szaporítókád, m ³		30	100	160
Melasz, kg	800	1730	9960	14 230
Levegő, m ³ /m ³ /ó	13	25	25	25—30
Szaporítási idő	20	18	16	16
Végtérfogat, m ³	6,—	20,—	60,—	100,—
Melaszhígítás	1 : 7,5	1 : 12	1 : 6	1 : 7
Szaporítási hőfok, °C	34—35	30	30—32	30—30,5
pH	4,8—5,0	4,4—4,6	4,5—5,0	4,5—6,0
Oltóélesztő, É ₂₈ kg		180	1 670	3 600
Élesztőtermelés, É ₂₈ bruttó kg	180	670	11 000	16 500
Nettó élesztőkihozatal, a melasz százalékában	22,5	86,1	96,6	90,6
Élesztőszaporodás		1 : 9,3	1 : 6,5	1 : 4,6
Alkohol, %	2,5—3	0,8	0,05	0,06 alatt
P ₂ O ₅ -felhasználás, kg		38,4	92,4	126,0
Nitrogénfelhasználás, kg		78,0	242,0	200,0
A termelt élesztő szárazanyagban				
— nitrogén, %		8,0	7,5	6,5
— P ₂ O ₅ , %		3,8	3,0	2,8

48. táblázat

Élesztőszaporítási séma

Idő óra	Melasz %	NH ₄ OH liter	Szuper- foszfát- oldat, liter	pH	Alkohol %	Levegő m ³ /ó
0	0,8	—	—			0—4 óráig
0—1	1,6	30	300		0,02	1400 m ³ /óra
1—2	3,0	40	300	4,5—6,0		
2—3	3,0	40	300	közt	0,02	
3—4	4,3	40	300		0,02	
4—5	4,6	50	300		0,02	
5—6	5,2	50	300		0,02	
6—7	6,3	60	300		0,02	
7—8	6,8	70	300		0,02	
8—9	7,2	80	300		0,03	
9—10	8,4	90	300		0,02	4—16 óráig
10—11	7,5	90	300		0,03	2800 m ³ /óra
11—12	8,0	90	300		0,04	
12—13	8,3	90	300		0,06	
13—14	8,3	90	300		0,08	
14—15	8,3	90	—		0,07	
15—16	8,4	—	—			
szeparálás						
Összesen	100,0	1000	4200			

Melasz (50% polárcukor) 14 230 kg
 Oltóélesztő 3 600 kg
 Termelt élesztő 16 500 kg
 Élesztőnövekmény 12 900 kg
 Élesztőkihozatal 90,6 %
 Melaszfelhasználás (100 kg É₂₈-ra) 11 0,35 kg

Ammóniaoldat 1 000 l
 Szuperfoszfátoldat (3% P₂O₅) 4 200 l
 Cefre-végtérfogat 100 m³
 Melaszhígítási arány 1 : 7
 Levegőfelhasználás/kg É₂₈ növekmény 3,1 m³
 Levegőmennyiség 2 800 m³/óra

veletet a szeparátorokkal végzik. Mivel a sütőélesztő minőségének javítása megkívánja, hogy az élesztősejteket elválasszuk a cefre egyéb alkotórészeitől, a szeparálási tevékenységet általában egyéb műveletekkel is összekapcsolják. Ezek a következők:

- a szeparálás után kapott sűrítmény vizes mosása, majd újabb szeparálása;
- a második szeparálás utáni sűrítmény ismételt vizes mosása és újbóli szeparálása;
- az élesztősűrítmény hűtése a tárolási hőmérsékletre.

Szeparálással különböző fajsúlyú anyagokat lehet szétválasztani. A szeparátor teljesítménye az élesztősejt és a cefre fajsúlykülönbségétől függ. Az élesztősejt fajsúlyja 1,08—1,11. A folyadék fajsúlyja:

6 Blg°-on 1,024; 9 Blg°-on 1,036;
 7 Blg°-on 1,028; 10 Blg°-on 1,040.
 8 Blg°-on 1,032;

Látható, hogy a fajsúlykülönbség rendkívül kicsi, ezért a szeparátordob fordulatszámának nagyra kell lennie (5000—7000 ford/p). Élesztő szeparálására legjobban a Laval és a Westfalia gyártmányú szeparátorok váltak be. A szeparátorok egyes típusai a baktériumok elválasztására is alkalmasak.

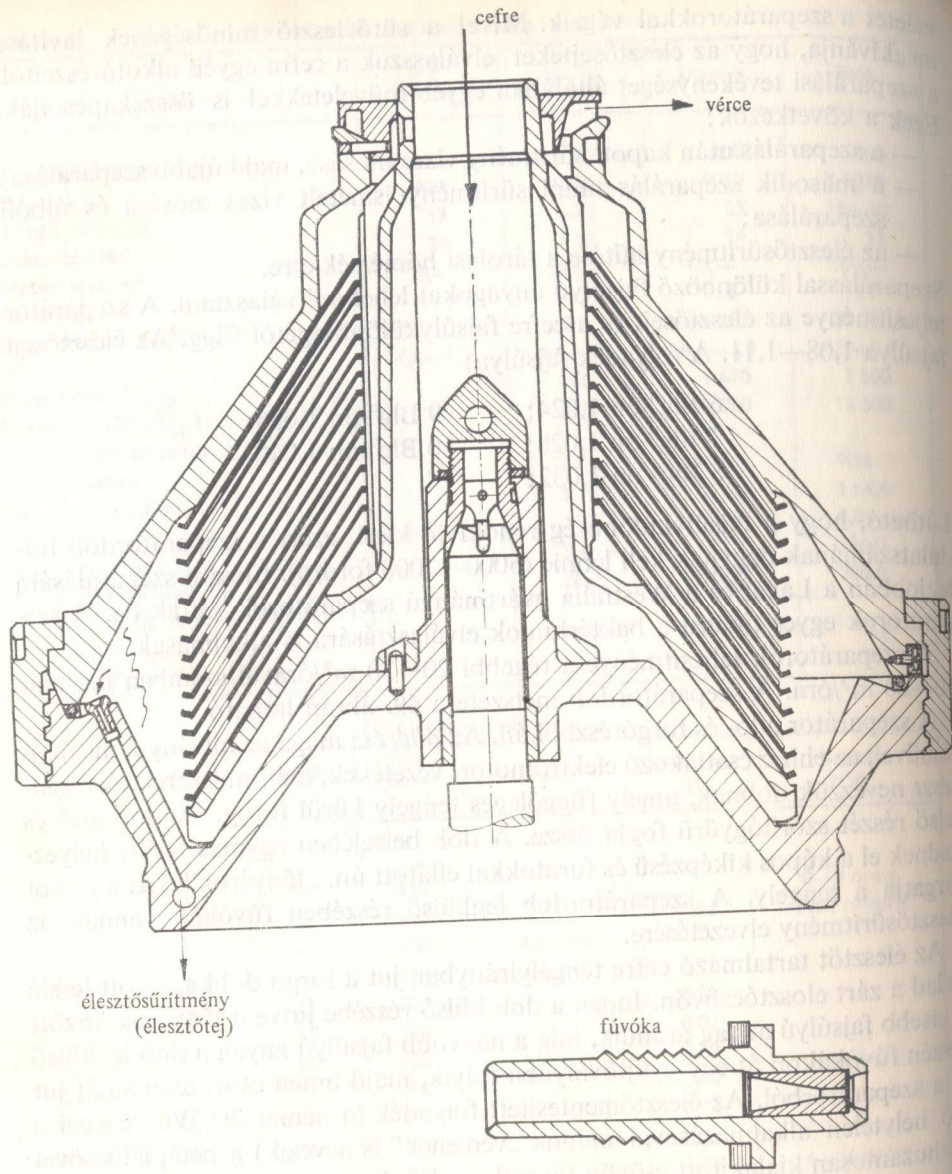
A szeparátorok teljesítménye a régebbi 20—30 m³/órával szemben ma már 60—80 m³/óra. A szeparátordob metszete a 49. ábrán látható.

A szeparátor álló- és forgórészből áll. Az állórész maga az állvány a meghajtóművel, az ehhez csatlakozó elektromotor, vezetékek, mérőműszerek. A forgórészt nevezzük dobnak, amely függőleges tengely körül forog. A dob alsó és felső részét szorítógyűrű fogja össze. A dob belsejében egymás fölött helyezkednek el a kúpos kiképzésű és furatokkal ellátott ún. „tányérok”. Ezt a dobot forgatja a tengely. A szeparátordob legkülső részében fúvókák vannak az élesztősűrítmény elvezetésére.

Az élesztőt tartalmazó cefre tengelyirányban jut a forgó dobba, és ott lefelé halad a zárt elosztócsövön. Innen a dob külső részébe jutva a tányérok között a kisebb fajsúlyú anyag áramlik, míg a nagyobb fajsúlyú anyag a dob legkülső részén fúvókákon át egy gyűjtővályúba folyik, majd innen csővezetéken át jut ki a szeparátorból. Az élesztőmentesített folyadék (a német die Würze = cefre szó helytelen alkalmazásával nálunk „vércének” is nevezik) a betáplálócsővel párhuzamosan kialakított csövön távozik a gépből.

Az újabb, korszerűbb szeparátorokból a folyadék nyomással távozik, így nem kell szivattyú a továbbjuttatáshoz. Olyan szeparátorokat is készítenek, amelyek forgás közben tisztíthatók, akkor a cefre helyett mosó-öblítő folyadékot vezetnek be. A folyamat automatizálható is. (Ezt nevezik C. I. P. berendezésnek: az angol „cleaning in place” = helyben tisztítás kifejezés rövidítése.)

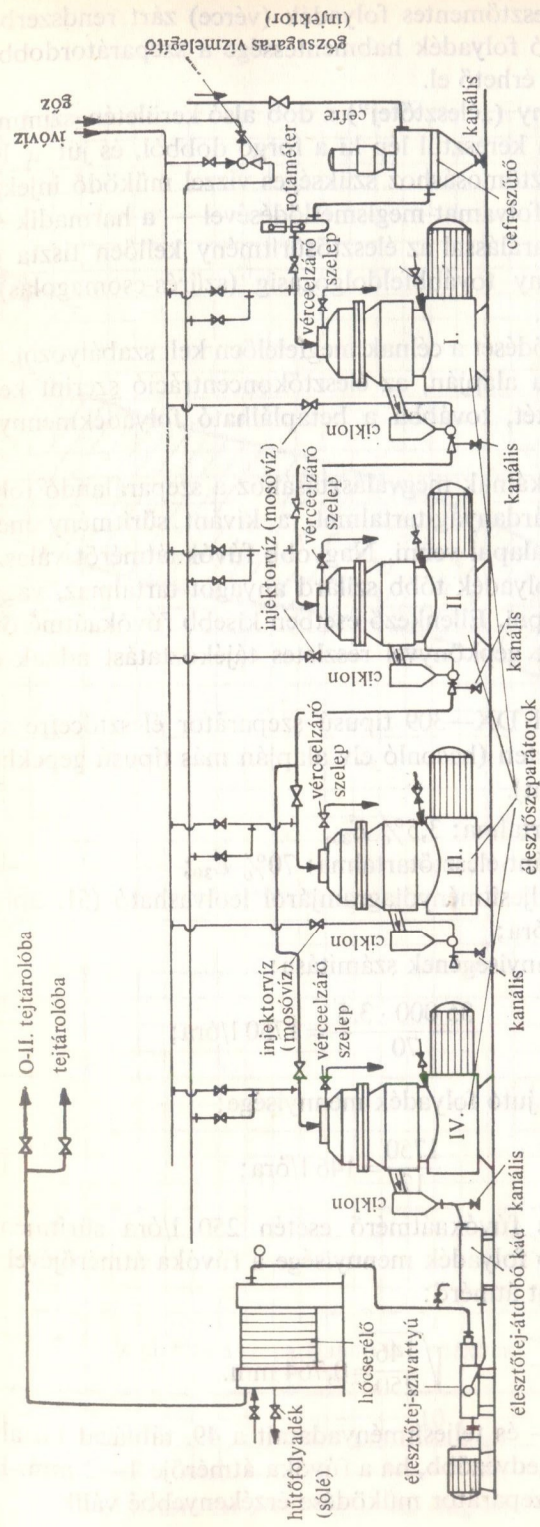
A szeparátorok összerakását, szétszedését, üzemeltetését a használati utasításnak megfelelően a legnagyobb gonddal kell végezni. A látszólag legkisebb gondatlanság is életveszéllyel járó súlyos meghibásodást okozhat. A legkisebb rendellenesség észlelése esetén is szakemberrel kell ellenőriztetni a gépet.



49. ábra. Élesztőszeperátor-dob

Üzemelés közben állandóan ellenőrizni kell az áramfelvételt és az olajsztintet. Az 50. ábrán egy korszerűen kialakított — a budafoki sütőélesztő-gyárban működő — szeperátorállomás rajza látható. A berendezések elhelyezése olyan, hogy kezelésük és ellenőrzésük azonos szinten végezhető. A melasz-előkészítő vonallal közös helyiségben való elhelyezés és a berendezések korszerűsége tette lehetővé a két gépsor közös kezelését (melléklet: 13. ábra).

A cefrét a cefre hűtésénél használt szivattyúk juttatják a szeperátorállomásra, és forgókéfék, öntisztító szűrőn, majd mennyiségmérőn át jut az első



50. ábra. Élesztőszeperátor állomás

szeperátorba. Az élesztőmentes folyadék (vércé) zárt rendszerben jut a csatornába. Az eltávozó folyadék habmentessége a szeperátordobban levő nyomás szabályozásával érhető el.

Az élesztősűrítmény („élesztőtej”) a dob alsó kerületén szimmetrikusan elhelyezett 12 fúvókán keresztül lép ki a forgó dobból, és jut a légtelenítőciklonba. Innen az élesztőmosáshoz szükséges vízzel működő injektor juttatja a második, majd — a folyamat megismétlődésével — a harmadik szeperátorba. A háromszoros szeperálással az élesztősűrítmény kellően tiszta és sűrű lesz.

Az élesztősűrítmény továbbfeldolgozásig (szűrés-csomagolás) hűtés után tárolótartályba kerül.

A szeperátor működését a célnak megfelelően kell szabályozni. A szeperátor teljesítménydiagramja alapján, az élesztőkoncentráció szerint kell a fúvókák számát és lyukméretét, továbbá a betáplálható folyadékmennyiséget kiszámítani.

A szeperátor fúvókáinak megválasztásához a szeperálandó folyadék mennyiségét, annak szilárdanyag-tartalmát, a kívánt sűrítmény mennyiségét és koncentrációját kell alapul venni. Nagyobb fúvókaátmérőt választunk akkor, ha a szeperálandó folyadék több szilárd anyagot tartalmaz, vagy hígabb sűrítményt akarunk kapni. Ellenkező esetben kisebb fúvókaátmérőt kell választani. A szeperátorok gépkönyvei részletes tájékoztatást adnak a helyes beállításra.

A példa egy Laval DX—309 típusú szeperátor élesztőcefre szeperálására való számítását ismerteti (hasonló elv alapján más típusú gépekhez is el lehet végezni a számításokat).

- a cefre élesztőtartalma: $3,5\% \dot{E}_{30}$,
a sűrítmény kívánt élesztőtartalma: $70\% \dot{E}_{30}$;
- a szeperátor teljesítménydiagramjáról leolvasható (51. ábra) a teljesítmény: $35\,000\text{ l/óra}$;
- a sűrítmény mennyiségének számítása:

$$\frac{35\,000 \cdot 3,5}{70} = 1750\text{ l/óra};$$

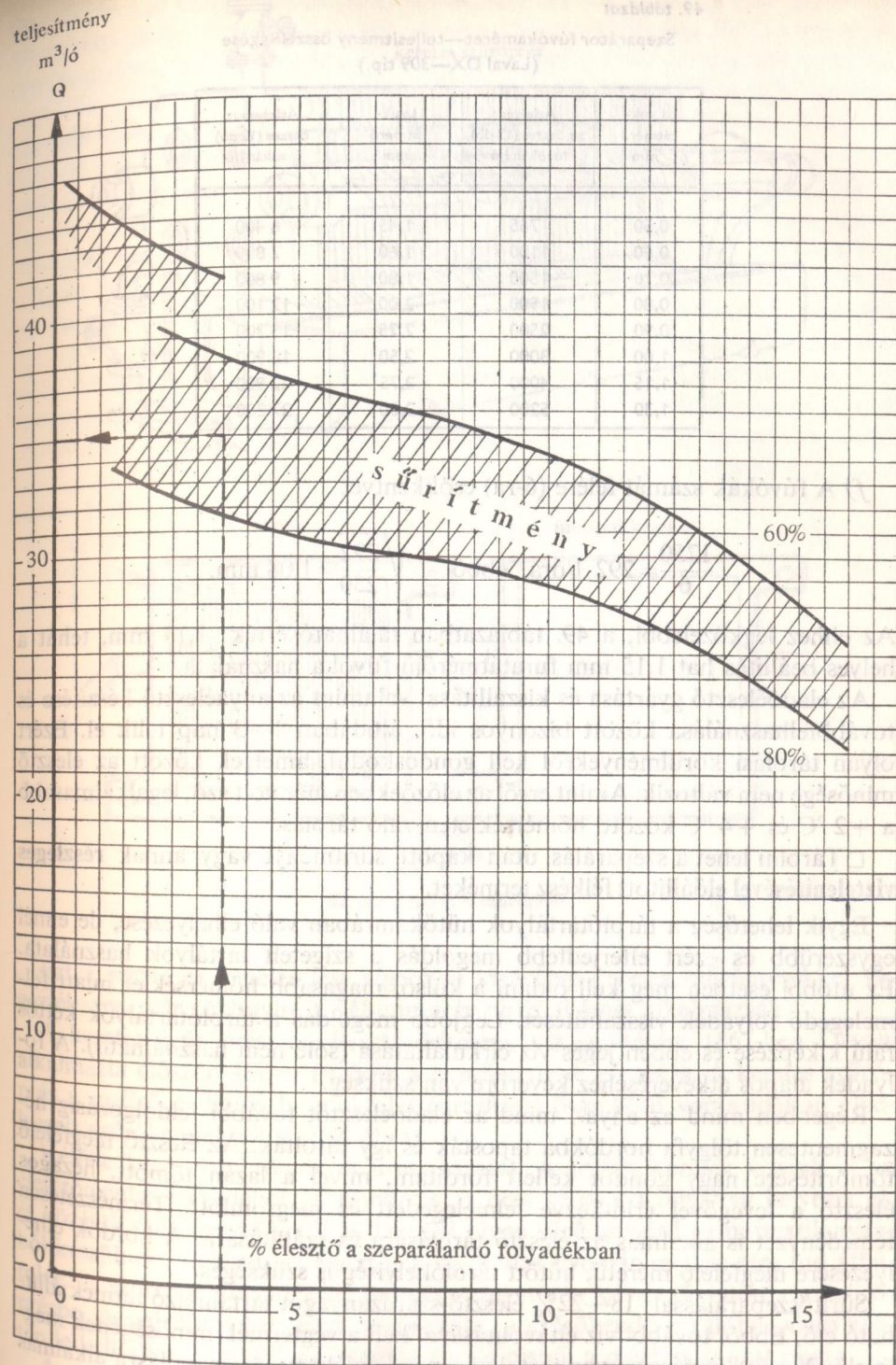
- az egy fúvókára jutó folyadék mennyisége:

$$\frac{1750}{12} = 146\text{ l/óra};$$

- egy milliméteres fúvókaátmérő esetén 250 l/óra sűrítményt kapunk. Mivel az átfolyó folyadék mennyisége a fúvóka átmérőjével négyzetesen arányos, a kívánt átmérő:

$$\sqrt{\frac{146}{250}} = 0,764\text{ mm}.$$

A fúvóka lyukátmérő- és teljesítményadatait a 49. táblázat tartalmazza. Általában az a legkedvezőbb, ha a fúvóka átmérője $1\text{—}2\text{ mm}$. Egy milliméteres átmérő alatt a szeperátor működése érzékenyebbé válik.



51. ábra. Szeperátor-teljesítménydiagram

Szeperator fúvókaméret—teljesítmény összefüggése
(Laval DX—309 típus.)

Lyuk- átmérő mm	Átfolyás az összes (12 db) fúvókán l/ó	Lyuk- átmérő mm	Átfolyás az összes (12 db) fúvókán l/ó
0,50	765	1,45	6 400
0,60	1100	1,60	7 800
0,70	1500	1,80	9 800
0,80	1900	2,00	12 100
0,90	2500	2,25	15 300
1,00	3000	2,50	18 900
1,15	4000	2,75	22 900
1,30	5200	3,00	27 200

f) A fúvókák számát felére (6-ra) csökkentve:

$$\frac{1750}{6} = 292 \text{ l/óra, ebből } \sqrt{\frac{292}{250}} = 1,08 \text{ mm.}$$

Az ehhez legközelebbi, a 49. táblázatban található érték: 1,15 mm, tehát a helyes beállítás hat 1,15 mm furatátmérőjű fúvóka használata.

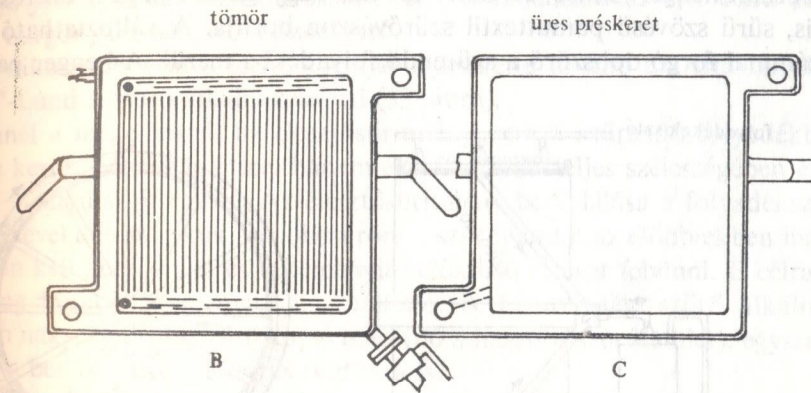
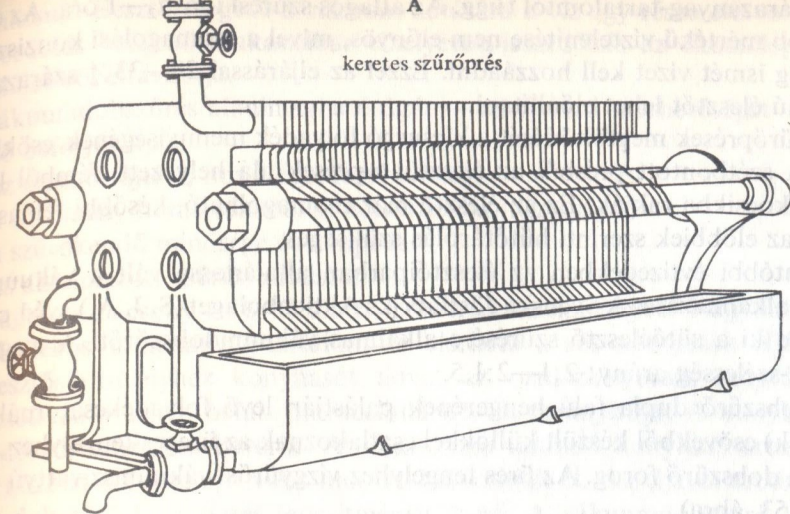
Az eladóélesztő gyártása és kiszállítása, valamint az anyaélesztő készítése és továbbfelhasználása között bizonyos idő, általában 1—3 nap telik el. Ezért olyan tárolási körülményekről kell gondoskodni, amelyek között az élesztő minősége nem változik. Amint erről az előzőekben már volt szó, legalkalmasabb a +2 °C és +4 °C közötti hőmérsékleten való tárolás.

□ Tárolni lehet a szeperálás után kapott sűrítményt vagy annak **részleges víztelenítésével** előállított félkész terméket.

Egyik lehetőség a tárolótartályok hűtőkamrában való elhelyezése, de ennél egyszerűbb és ezért elterjedtebb megoldás a szigetelt tartályok használata. Ez utóbbi esetben meg kell oldani a külső, magasabb hőmérséklet miatt felmelegedő folyadék visszahűtését. Legjobb megoldás a tárolótartályok kettős falú kiképzése és ebben jeges víz cirkuláltatása (sólé nem használható). A folyadék alapos átkeveréséhez keverőre van szükség.

Régebben mind az anya-, mind az eladóélesztőt további feldolgozásig hézagmentesen tölgyfa hordókba taposták és így tárolták. Az élesztő megfelelő tömörítésére nagy gondot kellett fordítani, mivel a lazán tömött, hézagos élesztő a levegővel érintkezve felmelegedett és megromlott. Természetesen fémedényzet is alkalmas az élesztő tárolására és szállítására. A hordók elhelyezésére megfelelő méretű, hűtött tárolóhelyiség is szükséges.

Sűrítőszeperálással 18—22% élesztő-száranyagot tartalmazó termék állítható elő. Ebből további víz eltávolításával kell a végtermék minőségének megfelelő, 28—30% száranyag-tartalmú, még képlékeny, csomagolásra alkalmas terméket előállítani.



52. ábra. Keretes szűrőprés

Ezt a részleges víztelenítést régebben kizárólag keretes szűrőprésekkel végezték, ma már többnyire a vákuumdobszűrős eljárást alkalmazzák.

A keretes szűrőprést az élesztősűrítmény víztelenítésére 1867-ben DEHNE alkalmazta először. Ehhez fűződik a préselő elvezetés is. A keretes szűrőprés a mellső és hátsó homlokfalat (présfejet) összekötő vonórudakon elhelyezett szűrőkeretből áll (52. ábra).

Kétféle keret van, tömör és üres (rámás). A tömör keretek vezetik el az élesztőmentes folyadékot. A tömör és az üres kereteket felváltva helyezik el, és közéjük szűrőkendő kerül. A kendők olyan sűrű szövésű pamuttextilanyagból készülnek, amelyen az élesztősejt 4—8 atm nyomás mellett sem tud áthatolni. A szűrődő folyadékot többnyire dugattyús szivattyú juttatja a szűrőprésbe. A szűrőprés helytelen összerakása, a szűrőkendő meghibásodása esetén le kell állni, vagy ki kell kapcsolni a szűrésből a meghibásodott részt.

A szükséges nyomás és a szűrés ideje az élesztő minőségétől és az elérni kí-

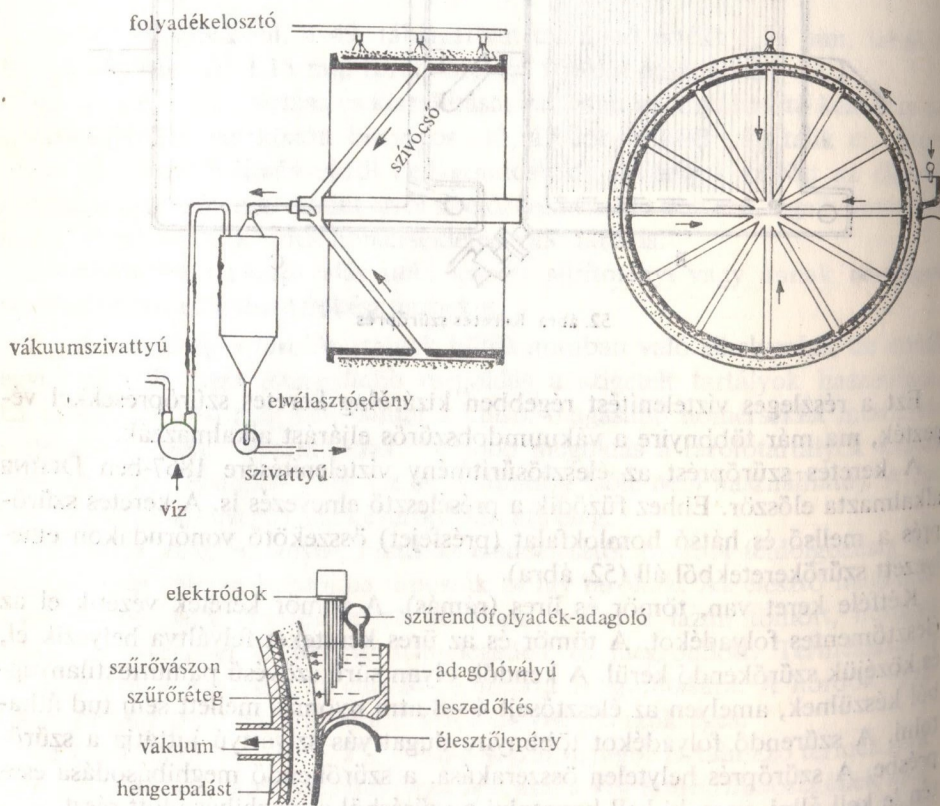
vált szárazanyag-tartalomtól függ. Az átlagos szűresi idő $1/2$ –1 óra. Az élesztő nagyobb mértékű víztelenítése nem előnyös, mivel a csomagolási konzisztencia eléréséig ismét vizet kell hozzáadni. Ezzel az eljárással 28–33% szárazanyag-tartalmú élesztőt lehet előállítani.

A szűrőprések megtöltődését a kicsurgó folyadék mennyiségének csökkenése jelzi. A szétbontott présből az élesztőt a prések alá helyezett, fémből készült szállítókocsikba rakják. Ez az élesztő már csomagolható, későbbi felhasználás esetén az előbbieket szerinti hűtőtárolás szükséges.

Az utóbbi évtizedekben az élesztőiparban általánossá vált a vákuumdob-szűrők alkalmazása. A Svenska Jästfabriks Aktienbolaget (S. J. A.) svéd cég fejlesztette ki a sütőélesztő szűrésére alkalmas vákuumdobszűrőt. A megnövelt átmérő-szélesség arány: 2:1–2:1,5.

A dobszűrő dupla falú hengerének palástján levő folyadékcsatornák (mélyedések) csövekből készült küllőkkel csatlakoznak az üreges tengelyhez, amely körül a dobszűrő forog. Az üres tengelyhez vízgyűrűs vákuumszivattyú csatlakozik (53. ábra).

A dobszűrőhenger külső felületét dróttal vagy gumisalaggal felerősített, speciális, sűrű szövésű pamuttextil szűrővászonnal borítja. A változtatható fordulatszámmal forgó dobszűrő a szürendő folyadékba merül. A henger palást-



53. ábra. „TF”-Lundin szűrő és vákuumdobszűrő

ján kialakuló élesztőrétegből a vákuum hatására a víz egy része eltávozik és a körülfordulás befejező szakaszában elhelyezett leszedőkés az élesztőleplenyt a dob felületéről eltávolítja.

A vákuumdobszűrés alkalmazhatóságát — az élesztő szűrhetőségét — több tényező befolyásolja:

- az élesztő fajtája, minősége, fertőzöttsége;
- a sűrítmény hőmérséklete, koncentrációja, tisztasága;
- a szűrőkendő minősége és állapota;
- az alkalmazott szűrési módszer.

A túlságosan alacsony ($+6$ °C alatti) hőmérséklet hátrányos. Nagyobb, akár 35 százalékos szárazanyag-tartalom is elérhető a sós-ozmózis eljárással. Az élesztősűrítmenyhez konyhasót adva, az ozmózisnyomás megváltozik, ezért csökken a sejten belüli (intracelluláris) víz mennyisége. A konyhasót a szürendő sűrítmenyhez keverik. Az élesztőben maradó konyhasótartalmat a szűrés közben alkalmazott vizes mosással távolítják el. Az eljárás eredményeként a dobszűrő berendezés teljesítménye is nő. A vákuumdobszűrő teljesítménye javítható keményítő-előszűrő réteg alkalmazásával is, e célra azonban csak burgonyakeményítő használható.

A vákuumdobszűrés technológiáját fejlesztette tovább az Alfa-Laval cég a „TF”-Lundin szűrő alkalmazásával (53. ábra).

Ennél a megoldásnál az élesztősűrítmeny nem a szürendő folyadékba merülve kerül a dob felületére, hanem egy — a dob teljes szélességében elhelyezett — vályú segítségével. Az élesztősűrítmeny betáplálása a folyadékszint érzékelésével automatikus. A dobszűrőre a szűrőkendőt az előbbieken már leírt módon kell felerősíteni és a keményítő-előszűrő réteget felvinni. E célra is kizárólag burgonyakeményítő használható. A LUNDIN-féle szűrő alkalmazása esetén nagyobb a dobszűrő kapacitása (nő a hasznos szűrőfelület), egyszerűbbé válik a berendezés kezelése és tisztítása is.

□ **Formázásra és csomagolásra** a préssel előállított élesztő nem alkalmas, mert túl száraz, török, közvetlenül nem csomagolható. A vákuumdobszűrőről lekerülő élesztő minősége viszont már beállítható olyanra, hogy közvetlenül a **fontoló-csomagoló gépbe** lehet juttatni. Az élesztő állaga (konzisztenciája) víz, emulgeáló anyagok, növényolaj hozzákeverésével állítható be.

A feldolgozási tevékenység a következő műveletekből áll:

- keverés;
- formázás (fontolás);
- vágás;
- csomagolás.

E műveleteket régebben külön-külön végezték. Az 5–10 perces keverést a sütőiparban is használatos dagasztógépekben végezték, itt adva hozzá a vizet és az olajat. A formázó- (fontoló-) gép egy függőleges tölcserből és egy vízszintes szállítócsigából állt, amelynek négyzetes szájníválásán keresztül rúd formájában került ki az élesztő. (A formázórész belső felületét méhviasszal kevert paraffinnal öntik ki, hogy az élesztő felülete egyenletesen sima legyen.) A kijövő élesztőhasábból a vágógép egyenletes nagyságú ($1/2$ vagy 1 kg-os)

darabokat vagy le, amelyeket azután a csomagológép a szabvány előírásainak megfelelő minőségű és felirattal ellátott papírba csomagol. Az élesztőcsomagokat 5 és 10 kg-os kartondobozokba helyezik, és a kiszállításig hűtve tárolják.

A modern, automatikusan működő **formázó-vágó-csomagoló gép** a körbe forgó keverőrésszebe jutó élesztőt átgyúrja, majd a csomag méretének megfelelő hasáb alakúra formázza, 1/2 vagy 1 kg-os darabokra vágja, végül papírburkolattal látja el. Paraffinnal bevont csomagolópapír esetén a csomag két oldalát a gép a bevonat megolvasztásával zárja. A csomagolás egyéb műveletei is elvégezhetőek automatikus gépekkel (dobozkészítés, dobozbarakás, dobozlezárás).

A berendezéseket általában úgy helyezik el, hogy ne legyen szükség a műveletek közötti szállításra (a dobszűrő alá helyezik a csomagológépet, a dobozokat szállítószalag továbbítja).

Az élesztőt kisebb, 50 g-os egységekbe is csomagolják.

□ A csomagolt élesztőt felhasználásig lehetőleg hűtve, megfelelő páratartalmú helyen kell **tárolni**. A tárolási körülményektől függően az élesztő felületén fehér foltok (Oidium) jelentkezhetnek, ez kezdetben az élesztő használhatóságát nem zavarja. Ritkább a zöldpenész (Penicillium) és a piros foltok (Fuzarium) megjelenése.

Az élesztőt 4,5 °C-on 12 hétig, – 20,5 °C-on akár 36 hétig is eltartható minőségi romlás nélkül. A megfagyott élesztőt felhasználás előtt legjobb hideg vízben felolvasztani.

Az élesztő tartósságát a fertőzöttsége kevésbé befolyásolja, sokkal inkább a fiziológiai állapota, továbbá a tartalék anyagok (glikogén, trehalóz) mennyisége. Az élesztősejt enzimaktivitása (különösen a proteáz) befolyásolja az autolízis sebességét és ezzel együtt az élesztő eltarthatóságát.

Az anyagcsere-folyamatok (a hőmérséklettől függően) tárolás közben is folytatódnak. A tartalék tápanyagok magasabb hőmérsékleten gyorsabban, alacsonyabb hőmérsékleten (+4 °C—+6 °C) lassabban bomlanak le, miközben az anyagcsere-termékek (peptidek, aminosavak) az intercelluláris vízben halmozódnak fel. Ez különösen jó táptalaj az utólagosan rákerülő fertőző csírák számára.

Az élesztő hajtóerejének csökkenése nem arányos az élesztő puhulásával. A hajtóerő lassabban csökken, ha kisebb az élesztő fehérjetartalma és kezdeti kelesztőképessége, továbbá ha a szaporítás folyamán asszimilált nitrogénben kisebb volt a szerves nitrogén aránya.

Az élesztő tartósságát általában termosztátpróbbával vizsgálják, 30 vagy 35 °C-on mérve azt az időt, amikor az élesztő puhulni kezd.

KAUTZMAN és munkatársai az élesztősejt redoxpotenciálját és az élesztő tartósságát vizsgálva módszert dolgoztak ki a tartósság várható alakulásának megállapítására. A BERGANDER és munkatársa által kidolgozott gyors módszer az élesztőszuszpenzió tárolás közbeni pH-változásának mérésén alapul.

A szaporítás végén alkalmazott utólevegőztetés növeli az élesztő tartósságát, és hosszabb tárolás alatt is stabilizálja a hajtóerőt. A glikogénnek 5%, a trehalóznak pedig 10—12% alatt kell lennie.

Ma már ritkább, de régebben gyakori jelenség volt, hogy az élesztő vízben elkeverve a vizes szuszpenzióból gyorsan és „grízesen” ülepedett ki. Ennek okát még nem sikerült egyértelműen megállapítani. Régebbi feltételezések szerint az élesztő tápanyagfeltételeinek változásával függ össze (Ca-, Mg-foszfátban dús tápközegben való tartós szaporítás következménye az élesztő ún. mineralizálódása). Újabban baktériumos fertőzöttséggel hozzák összefüggésbe.

A süttölesztő minőségi előírásai

A forgalomba kerülő késztermék, a süttölesztő minőségének két legfontosabb jellemzője a jó kelesztőképesség és az eltarthatóság. Magyarországon a sajtolt-süttölesztő-szabvány foglalkozik az élesztő előállításának, a késztermék minőségének, csomagolásának és a vizsgálati módszereknek az előírásaival.

Süttölesztőként kizárólag a Saccharomyces cerevisiae technikailag tiszta tenyészetéből szaporított sejtek tömege hozható forgalomba.

A süttölesztő gyártásához csak olyan anyagok használhatók fel, amelyeket az élelmiszeripari termékek előállításához engedélyeznek.

Minőségi követelmények:

Szavatossági idő: 7 nap.

Szín: a törési felület színe az élesztőre jellemző szürkésárgás árnyalatú, sötétbarna foltoktól mentes kell hogy legyen.

Íz: az élesztőre jellemző legyen, mellékíz nem engedhető meg.

Szag: az élesztőre jellemző legyen, idegen szag nem engedhető meg.

Állag: rugalmas, enyhe nyomással széttörhető legyen.

Víztartalom: max 75,0 súlyszázalék lehet.

Hajtóerő: S. J. A. típusú erjedésiró készülékkel (Gärungschreiber Tip. 451) max 97 perc lehet. (700 ml CO₂).

Tartósság: min 7 nap.

A szárított süttölesztő

A süttölesztő nagy víztartalma miatt csak rövid ideig tartható el, szobahőmérsékleten, 70% víztartalom esetén 7—8 napig. Víztartalmát kémleletesen 6—8%-ra csökkentve az élesztő eltarthatósága 6—12 hónapra növelhető. A szárítás alatt az enzimaktivitás és a kelesztőképesség 10—15%-kal csökken, tárolás közben még további 10—15% a csökkenés, a tárolás módjától függően.

Az aktív szárított süttölesztő felhasználható háztartásokban tartalékkészítésre, ipari méretekben pedig az előre gyártott ételporok gyártásához (lángospor, palacsintapor stb.).

A jó minőségű szárított élesztő gyártásához megfelelő élesztőtörzset kell kiválasztani. A nagyobb enzimaktivitás céljából enyhén szeszes közegben szaporítják az élesztőt, a tápsók mennyiségét növelik, a levegőztetés mértékét csökkentik. Ilyen körülmények között hasonló méretű, erőteljes, jól táplált, nagy treha-