



## TAKARMÁNYÉLESZTŐ-CYÁRTÁS



Az emberiség fehérjeigényét a hagyományos fehérjeforrásokkal nem lehet kielégíteni. Ezenkívül a táplálkozási igények is változnak, csökken a szénhidrát- és a zsírfogyasztás, nő a fehérjefogyasztás. A korszerű, nagyüzemi állattenyésztéshez is fehérjetakarmányra van szükség. Az állati szervezet az aminosavak egy részét nem képes előállítani, ezért a takarmánykeveréknek a megfelelő arányban kell tartalmaznia valamennyi esszenciális aminosavat. Hasonlóan fontos szerepük van a fehérjék mellett a vitaminoknak is.

Az élelmezési helyzet javítására irányuló munka ma már túlnőtt az egyes országok határain, és világproblémává vált. Számos nemzetközi bizottság foglalkozik a fehérje-előállítás kérdéseivel.

A fehérjeforrások felét a gabonafélék, egyharmadát az állati fehérjék alkotják. Az állatifehérje-források bővítését nehezíti, hogy a növényi fehérje állati fehérjévé való átalakításának határfoka kedvezőtlen. Az állatok tápanyagszükséglete a fajtától, tenyésztési körülményektől függően eltérő. Tej és baromfi esetében egy kg fehérje előállításához 4—6 kg takarmányfehérje szükséges, sertés- és marhahús esetén ez már 7, illetve 10 kilogrammra emelkedik. A takarmányozás jelentőségét talán az érzékelteti a legjobban, hogy az állattartás költségeinek 50—80 százalékát a takarmányozás jelenti.

Az állati eredetű fehérjetermelés népgazdasági jelentősége igen nagy, az egyre fokozódó hazai fogyasztáson kívül az export szempontjából is kiemelten fontos. A hazai növénytermesztés növekvő hozamai ellenére a megtermesztett takarmányok fehérjetartalma csökkent, és az utolsó három évtizedben a hiányok pótlására nagyobb fehérjetakarmány-import vált szükségessé.

A kérődzők igénye a fehérje minőség iránt kisebb, sőt a szükséglet 20—30 százaléka nem protein jellegű nitrogénnel — elsősorban karbamiddal — is fedezhető. Takarmányélesztő gyártásával csökkenteni lehet a takarmányfehérje-hiányt, illetve meg is lehet szüntetni. Ezenkívül egyre jobban előtérbe kerül a tápélesztő emberi táplálkozásra való felhasználása is.

## A fehérjeélesztők

A táp- és takarmányfehérje előállításának leggazdaságosabb módszere a különböző mikroszervezetek szaporítása. A baktériumok, az élesztők nagyüzemi módszerekkel jól szaporíthatók a különböző szénhidrát-, szénhidrogén-, fehérje- és zsírtartalmú anyagokon.



A takarmányélesztő biológiai értéke, fehérjetartalma, aminosav-összetétele majdnem azonos az állati fehérjével. A fehérjeélesztők ipari előállításának nincs akkora múltja, mint a sütőélesztőének. Már a XX. század elején felismerték az élesztők nagy fehérjetartalmában rejlő értéket és az első világháború alatt több takarmányélesztő-gyár is létesült. A termelés viszonylagos költségessége miatt azonban Európában csak 1934—1935-től kezdtek komolyabban foglalkozni a fehérjeélesztő előállításával.

Megfigyelték, hogy a *Torula utilis* híg melaszcefrében erősen levegőztetve igen jól szaporodik és alig termel alkoholt, továbbá, hogy szervesen ammóniumnitrogént is képes hasznosítani. Így végeredményben szénhidrátból és „ásványi” nitrogénből fehérje keletkezik. *Torulopsis* élesztőkön kívül a *Candida* fajok is alkalmasak a fehérjetermelésre.

Az előbb említett élesztők a tápanyagokkal szemben igénytelenek, mind a gabona-, mind a melaszmoslékon jól szaporodnak, a 6 szénatomos cukrok mellett az 5 szénatomúakat (pentózokat) is hasznosítják, továbbá a 2 és 3 szénatomos aldehideket, alkoholokat, szerves savakat is. A növekedést serkentő anyagokat szintetizálják, így részükre elegendő elemi kálium-, magnézium-, foszfor- és nitrogéntartalmú tápsókat adni. A szárított élesztők átlagos összetételét a 65. táblázat tartalmazza.

65. táblázat

A szárított élesztők átlagos összetétele

| Összetevők             | Mennyiség |
|------------------------|-----------|
| Nyersprotein           | 40—50%    |
| Nyerszsír              | 1,5%      |
| Nyersrost              | 1,5%      |
| Nitrogénmentes extrakt | 38,0%     |
| Hamu                   | 5—11%     |
| Víz                    | 4—8%      |

## A fermentációs úton előállítható fehérjetakarmányok

A takarmányfehérjék előállításának egyik lehetősége a takarmányélesztők előállítása. Ezek közé soroljuk a különböző szénhidrát- és szénhidrogén-tartalmú tápanyagokon szaporított gombákat és baktériumokat. A felhasználható alapanyagok köre igen sokféle. Így a cukortartalmúak a melasz, a közvetlenül a cukorrépból nyert zöldsörpök, a fa teljes vagy részleges hidrolízisével nyert levek, a papírgyártás melléktermékeként keletkező szulfitlég, a melaszszeszgyártási moslék, a sütőélesztő-gyártási vérce, a mezőgazdasági szeszgyárakban

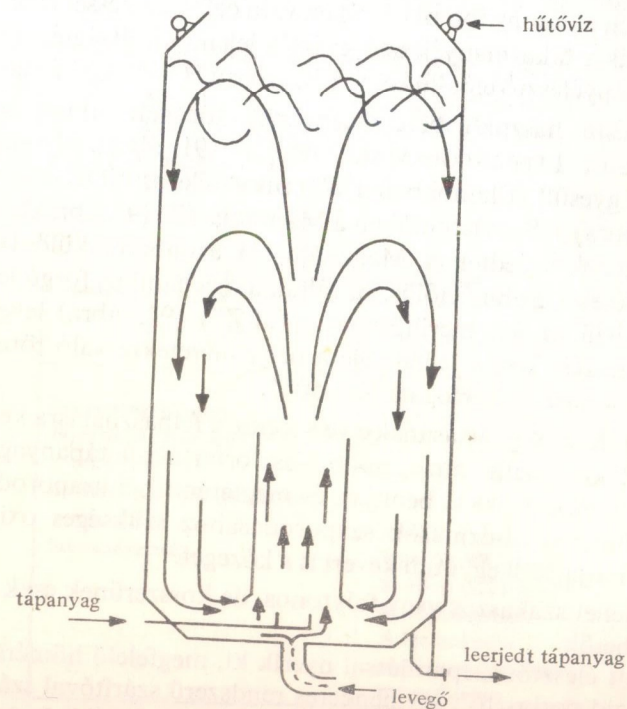
keletkező moslék, szénhidrogének, állati és növényi zsiradékok, a burgonyát, búzát és kukoricát felhasználó keményítőgyárak hulladékvizei stb. Újabban a biológiai szennyvíztisztításkor előállítható különböző baktériumok sejtanyagát tartalmazó biomasszát kívánják fehérjetakarmányként megfelelő előkészítés után hasznosítani. Ezzel a szennyvizek tisztításával egyidejűleg értékes fehérjetermék nyerhető.

Magyarországon takarmányélesztőt a melaszszeszgyártással kapcsolva a szeszipar és kis mennyiségben a söripar állít elő. A szesziparban 1957-ben kezdődött meg a szesz erjesztésnél keletkező élesztő kinyerése, majd 1964-től a szesz lepárlása után visszamaradó melaszmoslékból való takarmányélesztőgyártás.

A melaszalapú takarmányélesztő-gyártásnak lényegében három fő változata van:

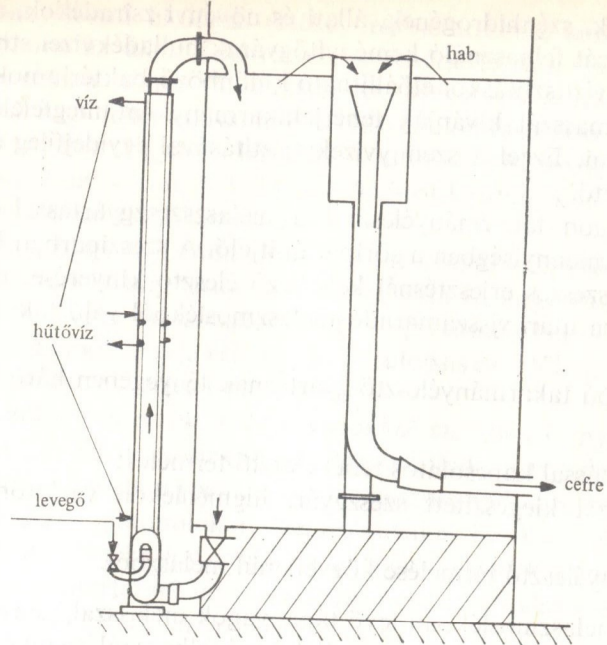
- szeszgyártással kapcsolatos fenékélesztő-termelés;
- a melasszal kiegészített szeszgyári hígmoslékon való *Torula*-élesztő-termelés;
- takarmányélesztő termelése közvetlenül melaszból.

A szeszgyári melaszmoslékban levő tápanyagok melasszal igen előnyösen egészíthetők ki. Általában a melasz egyéb irányú felhasználása miatt ennek lehetősége erősen korlátozott, és a szintenyésztéshez szükséges mennyiségén kívül a moslékra számítva maximum 1—2% melasz adagolása válik csak lehetővé.



91. ábra. LEFRANCOIS—MARILLIER-féle fermentor





92. ábra. Mammut-féle levegőztetőrendszerű fermentor

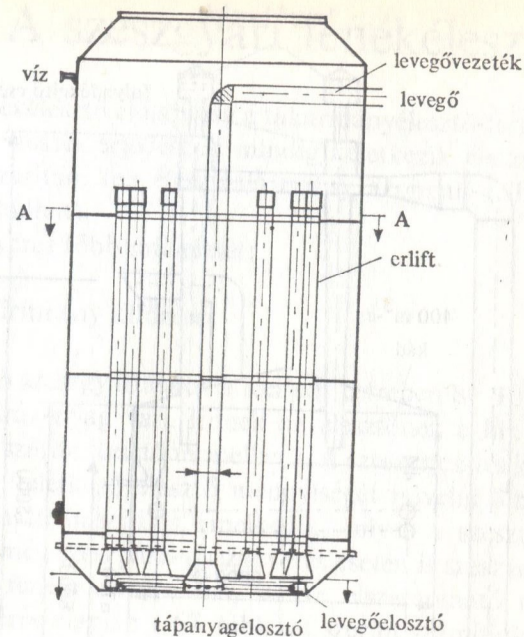
A moslécfe pH-ját általában kénsav adagolásával szabályozzák. A cefrék elfertőződése ellen alacsonyabb pH-értéken való cefrevezetéssel lehet védekezni. A savfelhasználás a takarmányélesztő-gyártás jelentős költségtényezője, 100 kg szárított takarmányélesztő előállításához átlagosan 50–60 kg kénsav szükséges.

Az élesztősítésre használt berendezéseknek többféle típusa használatos: Franciaországban a LEFRANCOIS-MARILLIER-féle (91. ábra), Nyugat-Németországban és az Egyesült Államokban a WALDHOF-féle, az NDK-ban a Mammut-rendszerű (92. ábra), a Szovjetunióban a Mamunja-féle (93. ábra) levegőztetővel ellátott fermentorok terjedtek el. Megtalálhatók azonban a különböző fermentációs berendezések kombinációi is. Beváltak a mechanikus forgó levegőelosztó rendszereken kívül az ún. merülő sugaras („I Z”) (94. ábra) levegőztetők is. A fermentorfejlesztés közös jellemzője a nagy méretekre való törekvés (250–500 m<sup>3</sup>). A kádak hasznos térfogata 30–50%.

A takarmányélesztők gyártásának elve azonos, a felhasználásra kerülő anyagot szükség szerint kiegészítik nitrogén- és foszfortartalmú tápanyagokkal, megfelelő mikroorganizmusokkal beoltják és megteremtik a szaporodás optimális feltételeit. A mikroorganizmusok szaporodásához szükséges oxigént levegő-befúvás szolgáltatja, ami egyúttal keveri is a közeget.

A termelés lehet szakaszos vagy folytonos, de korszerűnek csak az utóbbi eljárások tekinthetők.

A keletkezett élesztőt szeparálással nyerik ki, megfelelő hőmérsékleten plazmolizálják, majd porlasztó vagy hengeres rendszerű szárítóval szárítják. A forgalomba kerülő élesztő lisztfinomságú, esetleg apró pikkelyeket tartalmaz.



93. ábra. Mamunja-féle levegőztető rendszer

A hazánkban előállított takarmányélesztő minőségi előírásait a 66. táblázatban ismertetjük.

A takarmányélesztő-gyártási technológiák még azonos alapanyag felhasználása esetén is eltérők lehetnek. A technológiák kidolgozásakor sok mindenre tekintettel kell lenni: a helyi lehetőségekre, a felhasználásra kerülő berendezésekre, az üzemviteli körülményekre stb.

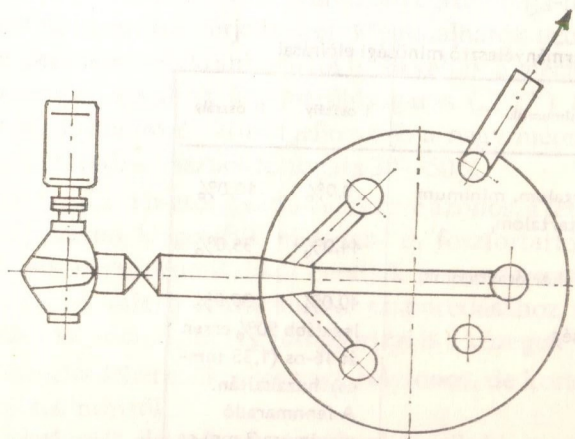
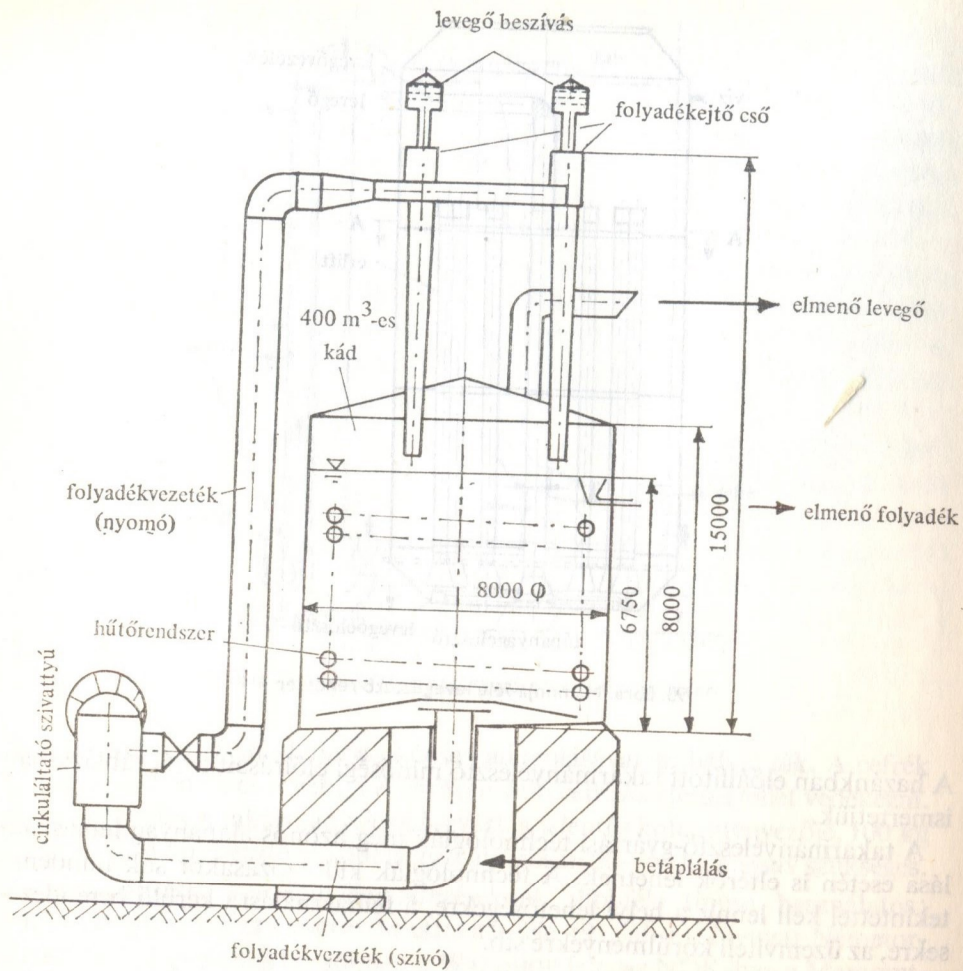
66. táblázat

Takarmányélesztő minőségi előírásai

| Minimumok                           | I. osztály  | II. osztály                               |
|-------------------------------------|---|---|
| Nedvességtartalom, minimum          | 8,0%  | 10,0%                                     |
| Nyersfehérjeteralom, minimum        | 44,0%   | 36,0%                                     |
| Emészthető fehérjeteralom*, minimum | 40,0%   | 30,0%                                     |
| Szemcsézettség                      | legalább 90% essen át 16-os (1,35 mm-es) huzalszítán. | A fennmaradó maximum 2 mm-es méretű lehet |

\* együttes súlyra vonatkoztatva





94. ábra. „IZ” Vogelbusch mérülősugaras levegőztető rendszerű fermentor

## A szeszgyári fenékelesztő

A szeszgyári fenékelesztő előállítása a takarmányélesztő-termelés legegyszerűbb módja, mivel a szesz erjedésben mindig keletkezik élesztő. Ezt csak ki kell nyerni és megszáritani (az élesztősűrítmény azonnali felhasználása esetén a szárítás el is maradhat).

Az élesztőkinyerés főbb műveletei:

- a szeparálás;
- az élesztősűrítmény kifőzése;
- a szárítás.

A melaszból való szeszgyártáskor a leerjedt cefrében 8–10 tf% szesz és 0,5–0,6% élesztő-szárazanyag van. Ennek az élesztőnek a kinyerésével a szeszre számítva 5–6% száraz élesztő termelhető. A szeszfermentálás közben alkalmazott levegőztetéssel a keletkező élesztő mennyiségét növelni lehet, és 12–15% is elérhető. A melaszfelhasználás emelkedik, mivel a szeszt tartalmazó cefre levegőztetésekor még szeszpára-visszanyerés esetén is szeszvesztés lép fel.

Hazánkban a fenékelesztőre eső, illetve elszámolható melasz mennyiséget technológiai kimérés alapján a 67. táblázat szerint számítjuk. Az elszámolható melaszt levonva a szesztermeléshez felhasznált összes (bruttó) melaszból megkapjuk a szeszre eső, nettó melaszfelhasználási mutatót.

67. táblázat

Fenékelesztő melaszszámlálása

| Fenékelesztő<br>(kg/100 l szesz) | 100 kg fenékelesztőre<br>elszámolható melasz kg<br>(50 százalékos) |
|----------------------------------|--|
| 0–6                              | 0  |
| 0–7                              | 25,7   |
| 0–8                              | 45,0   |
| 0–9                              | 60,0   |
| 0–10                             | 72,0   |
| 0–11                             | 81,8   |
| 0–12                             | 90,0   |
| 0–13                             | 101,5  |
| 0–14                             | 115,7  |
| 0–15                             | 132,0  |
| 0–16                             | 148,8  |
| 0–17                             | 163,5  |
| 0–18                             | 176,7  |

Ha pl. 100 l szesz termeléséhez 340 kg 50%-os melaszt használtak fel, és 13,5 kg fenékelesztőt állítottak elő, akkor a szeszgyártási fajlagos melaszfelhasználási mutatók:

bruttó melaszfelhasználás:

le:  $13,5 \cdot 1,157$

nettó melaszfelhasználás:

340 kg  $M_{50}$

– 15,62 kg  $M_{50}$



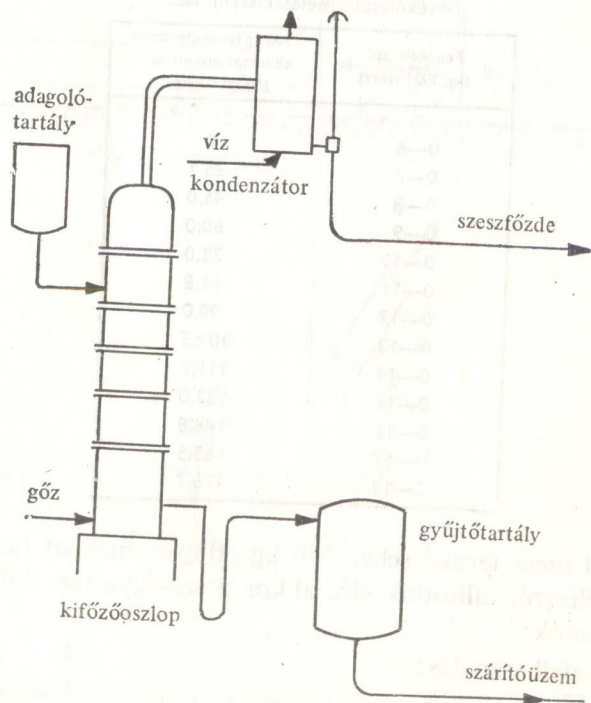
A szeszcefrét az erjesztőkádból szűrőkön keresztül szivattyúval juttatják a szeparátorokba. Általában két fokozatban szeparálnak, az első szeparálás után kapott 8—10% szárazanyag-tartalmú sűrítményt gyűjtőkádon át a második szeparálásra nyomtatva elérhető a 20—24% szárazanyag-tartalomra való sűrítés. Mindkét szeparálást mosóvíz nélkül végzik, ez az ún. sűrítőszeperálás.

Ha tisztább élesztőre van szükség, akkor az élesztősűrítményt vízzel keverik a második szeparálás előtt. Ez a víz a szesztartalmú „vércét” hígítja és növeli a szesz kifőzés gőzsükségletét.

A szeparátorra jutó cefre mennyiségét rotaméterrel ellenőrizve a kívánt értékben kell tartani, hogy a vércébe ne kerüljön élesztő, ami veszteséget okoz. Ha ez az érték kevesebb, akkor az élesztősűrítmény nagyon híg lesz. A vércé élesztőmentességét mikroszkópos vizsgálattal ellenőrzik. Gyors, a helyszínen is végezhető vizsgálat, ha a kémcsőbe vett mintát vagy a vércébe mártott ujjainkról lecseppenő folyadékcsppet áteső fényben vizsgáljuk. Ha élesztőt tartalmaz, a cseppek opálosak, egyébként „tükrösen” fényesek.

A szeparátor kimosásakor gondosan ki kell tisztítani a fűvókákat. Ha gyakori az eltömődés, kemény konzisztenciájú a lerakódás, akkor az ok a cefre nem kielégítő szűrése (nem eléggé sűrű vagy meghibásodott a szűrőszita), a túlságosan kis méretű vagy kevés számú fűvóka lehet.

A fenékélesztő oltóélesztőként való felhasználása esetén a szeparáló- és



95. ábra. Élesztőtej-szesztelenítő

vezetékrendszert gondosan ki kell mosni és fertőtleníteni kell. Ha az élesztősűrítményt nem használják fel azonnal, akkor hűtve kell tárolni.

Az élesztősűrítményben levő szeszt kifőzéssel nyerik vissza, ami egyúttal az élesztő plazmolízisét is eredményezi.

Az élesztőtej-szesztelenítő (-kifőző) berendezés a kifőzőoszlopból, kondenzátorból és az adagolótartályból áll (95. ábra). A készülék egyoszlopos, a cefreoszlophoz hasonló harangfenekes (lehet más rendszerű is, csak könnyen tisztítható legyen), folytonos működésű, gőzzel fűtött. Saválló acélból készül. A kondenzátor hideg vízzel hűtött, csököteges rendszerű, szintén saválló acél.

Az élesztőtej az adagolótartályból a kifőzőoszlop legfelső tányérjára folyik, majd onnan tányérról tányérra a forralótér felé halad. Az oszlop alsó részében a kellő mértékű szesztelenítés végett a hőmérsékletnek legalább 102 °C-nak kell lennie. A 40—60% szeszt tartalmazó pára habfogón keresztül jut a kondenzátorba, majd innen a szeszfőzdebe (a cefréhez). A szeszmentes élesztőtejet közbülső tárolás után szárítják meg. A szárításkor elpárologtatandó víz mennyisége az elősűrítéssel csökkenthető. E célra általában folytonos működésű, indirekt fűtésű saválló acélból készült vákuumbesűrítőket használnak.

## Az élesztő szárítása

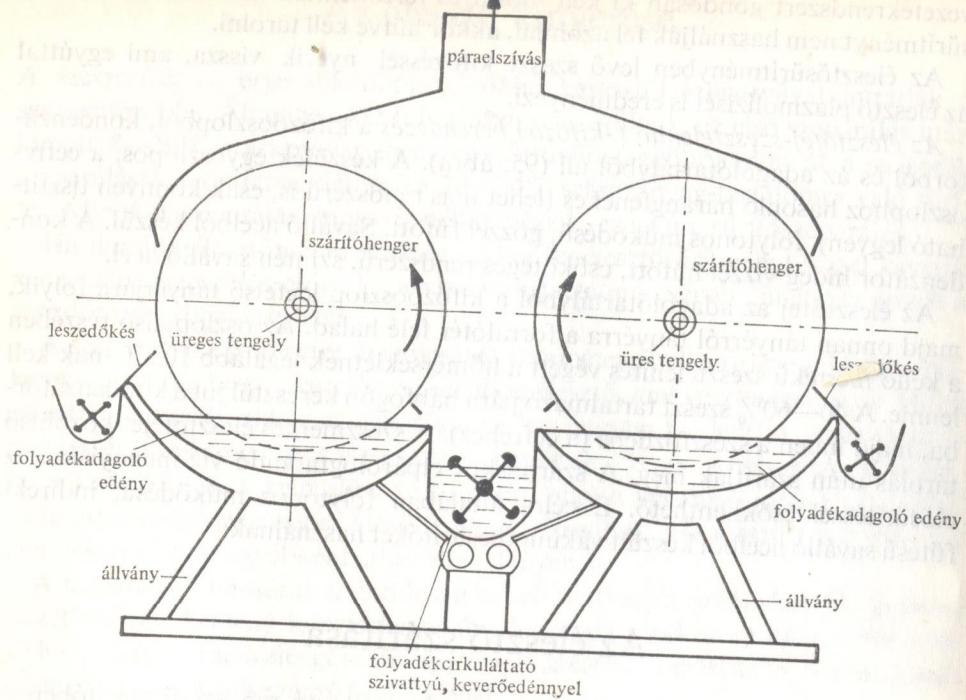
A takarmányélesztő szárítására hengeres és porlasztó rendszerű szárítóberendezéseket egyaránt használnak. Szárítás közben az élesztő víztartalma 8%, illetve 10% alá csökken. A hengeres szárítókat egyszerűségük, könnyen kezelhetőségük és jó hőhasznosításuk miatt előnyben részesítik. Lehetnek egy vagy kéthengeresek (ikerhenger), ez utóbbi a gazdaságosabb (96. ábra). A szárítandó folyadékot többféleképpen juttathatják a henger felületére:

- a forgó henger a szárítandó folyadékba merül;
- a folyadékot a hengerre permetezik;
- a szorosan egymás mellé helyezett hengerek a folyadékot a hengerek közti mélyedésből veszik fel.

A hengerek lassan, percenként 6—8 fordulattal forognak, miközben a szárítandó folyadékkal töltött vályúból a henger felületére tapadt élesztő megszárad. A palástra hegyes szögben elhelyezett éles kések kaparják le a megszáradt élesztőt. A réteg vastagságát az élesztő sűrűségével, a folyadékszint magasságával (bemerülési mélység) lehet szabályozni, így tartva a szárítvány megfelelő szárazanyag-tartalmát. Az adagolóvályuban az élesztő leülepedését egy kis teljesítményű cirkulátorszivattyúval lehet megakadályozni.

A hengert az üreges tengelyen keresztül bevezetett telített gőzzel fűtik. A gőz a henger falán kondenzálódik és a víz a henger legmélyebb pontjára benyúló hajlított csövön keresztül kondenzálaton át távozik el. A henger felmelegítésekor szükséges légtelenítést a kerülővezeték megnyitásával végzik. Túlhevített gőz használata a rosszabb hőátadás miatt csökkenti a szárítóberendezés teljesítményét. A késeknek a henger anyagához viszonyítva puhábbnak kell lenni, ellenkező esetben a palást sérülését okozzák. Ha a kések éle megkopik, nem





96. ábra. Merülő rendszerű iker szárítóhenger

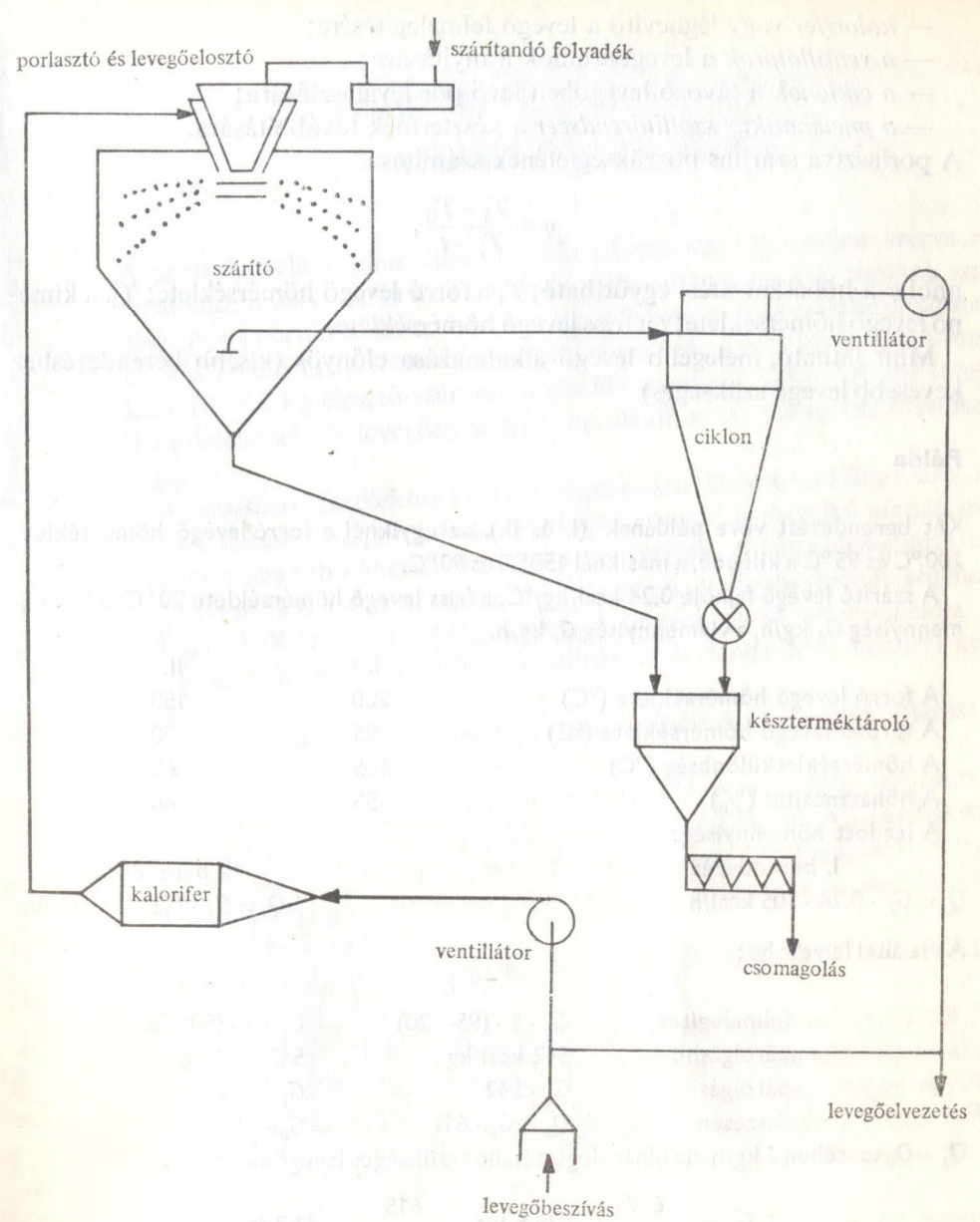
képesek maradéktalanul eltávolítani a henger felületére tapadt élesztőt, és a visszamaradó élesztőréteg a teljesítményt csökkenti. A kés beállítási szögének helyes megválasztásával elérhető az ún. önélesztés, így folytonos üzemen sem szükséges heti 1–2 alkalomnál gyakoribb késcsere.

Az élesztőszárítmányt a henger alatt elhelyezett szállítórendszer (mechanikus vagy pneumatikus vagy a kettő kombinációja) a megfelelő zárt tároló-adagoló tartályba juttatja. A porvesztés csökkentésére porleválasztó szűrőket alkalmaznak.

A szárítóhengeren történő szárítás után az élesztő aprításáról is gondoskodni kell. A termék szállítása közben a részecskenagyság csökken ugyan, a szabvány-nak megfelelő méret előállításához azonban további aprításra van szükség.

A kiszárított termék ömlesztve tárolható, zárt rendszerrel elkerülve az utólagos nedvesedés lehetőségét. Műanyag vagy többrétegű nátronpapír zsákokban (utóbbiban műanyag béléssel) szállítják, ezek töltési súlya 30–35 kg. Az utóbbi időben elterjedt a *porlasztva szárító* berendezések használata. Felhasználási lehetőségük széles körű, ugyanis a szárításra használt levegő hőmérsékletét tág tartományban lehet szabályozni. Az eljárás további előnyei:

- a nagy elpárolgási felületek miatt gyors száradás érhető el;
- viszonylag alacsony hőmérsékleten is végezhető a szárítás;
- a késztermék jól ömleszthető por.



97. ábra. Porlasztva szárító

A 97. ábra az egyfokozatú porlasztva szárító, forgótárcsás folyadékelosztóval ellátott szárítóberendezés működését szemlélteti.

A készülék főbb részei:

- a *porlasztó*, amelyen keresztül az anyag a forró levegőáramban szétszóródik;
- a *levegőelosztó* a belépő levegő elosztására;
- a *szárítótorny*, ahol a porlasztás és szárítás lejátszódik;



- a ventilátorok a levegőáramok irányítására;
- a ciklonok a távozó levegőben levő por leválasztására;
- a pneumatikus szállítórendszer a késztermék továbbítására.

A porlasztva szárítás hőszükségletének számítása:

$$\varphi = \frac{T_i - T_0}{T_i - t},$$

ahol  $\varphi$  a hőhasznosítási együttható;  $T_i$  a forró levegő hőmérséklete;  $T_0$  a kimenő levegő hőmérséklete;  $t$  a friss levegő hőmérséklete.

Mint látható, melegebb levegő alkalmazása előnyös (kisebb berendezéshez kevesebb levegő szükséges).

#### Példa

Két berendezést véve példának (I. és II.), az egyiknél a forró levegő hőmérséklete 200 °C és 95 °C a kilépőé, a másiknál 150 °C és 90 °C.

A szárító levegő fajhője 0,24 kcal/kg/°C, a friss levegő hőmérséklete 20 °C, a levegőmennyiség  $G_L$  kg/h, a vízmennyiség  $G_v$  kg/h.

|   | I.  | II.                                    |
|---|-----|--|
| A forró levegő hőmérséklete (°C)        | 200 | 150                                    |
| A távozó levegő hőmérséklete (°C)       | 95  | 90                                     |
| A hőmérsékletkülönbség (°C)             | 105 | 60                                     |
| A hőhasznosítás (%)                     | 58  | 46                                     |
| A leadott hőmennyiség:                  |     |  |
| I. berendezés                           |     | II. berendezés                         |
| $Q_L = G_L \cdot 0,24 \cdot 105$ kcal/h |     | $Q_L = G_L \cdot 0,24 \cdot 60$ kcal/h |

A víz által felvett hő:

|              | I.                            | II.                           |
|--------------|-------------------------------|-------------------------------|
| felmelegítés | $G_v \cdot 1 \cdot (95 - 20)$ | $G_v \cdot 1 \cdot (90 - 20)$ |
| párolgáshő   | 542 kcal/kg                   | 545 kcal/kg                   |
| párolgás     | $G_v \cdot 542$               | $G_v \cdot 545$               |
| összesen     | $Q_v = G_v \cdot 617$         | $= G_v \cdot 615$             |

$Q_L = Q_v$  esetében 1 kg/h víz elpárologtatásához szükséges levegőmennyiség:

$$G_L = \frac{617}{0,24 \cdot 105} = 24,5 \text{ kg} \quad \frac{615}{0,24 \cdot 60} = 42,7 \text{ kg}$$

(a számításnál a falon keresztül történő hőveszteséget nem vettük figyelembe).

A takarmányélesztő-gyártásnál 250—300 °C-os levegőt is lehet alkalmazni.

A porlasztva szárító berendezések közül takarmányélesztő-szárításra Magyarországon eddig Niró és Anhydro típusú berendezéseket használtak.

## Takarmányélesztő-gyártás melaszmoslékból

A szesz lepárlása után visszamaradó hígmoslék sok olyan szerves anyagot tartalmaz, amely alkalmas *Torulopsis utilis* (vagy *Candida*) élesztők szaporítására. A szaporítás lehet szakaszos vagy folytonos. A korszerű folytonos eljárásoknál 5—6 órás tartózkodási idővel számolnak, ami alatt moslékköbméterenként 10—15 kg élesztő-száranyagot állítanak elő, 100—150 m<sup>3</sup> levegő/m<sup>3</sup>/h levegőztetéssel. A levegőszükséglet az alkalmazott levegőztetőrendszertől is függ.

A szeszfőző készülékből kikerülő moslék általában 8—10 Blg-fokos. Az élesztő keletkezése szempontjából előnyösebb a nagyobb mértékű hígítás, ez esetben azonban nagyobb fermentorkapacitás szükséges. A folytonos eljárásnál fontos az azonos élesztőkoncentráció tartása. Az elvett élesztő mennyiségének egyenlőben kell lennie a keletkezőével. A szerves savak asszimilációja miatt nő a pH, ezért a megfelelő értéket savadagolással (rendszerint kénsav) kell beállítani.

A Győri Szeszgyár takarmányélesztő-gyárában alkalmazott eljárást ismertetjük.

A takarmányélesztőt szeszüzemi moslékból és melaszból folytonos erjesztéssel, *Candida tropicalis* élesztő szaporításával állítják elő. Az élesztők szaporodásához szükséges oxigént folyamatos levegőztetéssel biztosítják. A levegőt speciális elosztóberendezéssel oszlatják el a cefrében, egyúttal a megfelelő kevertetésről is gondoskodva.

Az élesztőt 2,8—3,2 Blg<sup>o</sup>-os, 34—36 °C hőmérsékletű, 4,2—4,5 pH-jú tápoldatban szaporítják.

A nitrogén- és foszfortartalmú tápsókkal, kénsavval és vízzel kiegészített moslékot folytonosan adagolják. A fermentációt egymással sorbakapcsolt két fermentorban végzik úgy, hogy az első kádba a tápanyaggal együtt időnként oltóélesztőt is adagolnak, amelyet laboratóriumi szintenyészetből kiindulva üzemi kis és nagy élesztőszintenyészet vezetésével állítanak elő (melléklet: 16. ábra).

A fermentorok Lefrancois—Marillier rendszerűek és mindegyikhez külön légfűvő tartozik. A fermentorban a cefre intenzív keverését és levegőztetését a levegőbefúvatás módja, a cefrebevezetés és -elvitel helyének kialakítása, valamint a fermentorba beépített folyadékterelő henger biztosítja. A cefre hőmérsékletének szabályozására beépített hűtőcsökigyo szolgál. A fermentor belső terének kiképzése a melléklet 17. ábráján látható.

A fermentációval előállított élesztő kinyerése és besűrítése több fokozatú szeparálással történik. Előtte a cefrét forgókefés rendszerű szűrőkkel szűrik. A harmadik szeparálással előállított élesztőtej szárazanyag-tartalma 8—10%, ezért szárítás előtt még további bepárlást alkalmaznak (melléklet: 18. ábra).

Az élesztőtejet folytonos üzemi vákuumbepárló berendezéssel 20—25%



szárazanyag-tartalommal sűrítik és a szeszüzemi fenékélesztővel keverve szárítják (melléklet: 19. ábra).

Az élesztősűrítményt egyenarámban befúvatott meleg levegő segítségével porlasztó rendszerű szárítóban szárítják, ahonnan az élesztő pneumatikus szállítóvezetéken keresztül a végciklonba kerül. A max 8% nedvességtartalmú élesztő tároló-adagoló tartályba kerül, ahonnan szelepes papírzsákokba töltik és kiszállítási rakodólapokon tárolják.

A gyártáshoz felhasznált anyagok:

|                          |                       |          |
|--------------------------|-----------------------|----------|
| — szeszüzemi moslék      | 125 m <sup>3</sup> /t | élesztő; |
| — melasz (50 százalékos) | 500 kg/t              | élesztő; |
| — szuperfoszfát          | 250 kg/t              | élesztő; |
| — karbamid               | 80 kg/t               | élesztő; |
| — kénsav                 | 600 kg/t              | élesztő; |
| — habgátló olaj          | 58 kg/t               | élesztő; |
| — víz                    | 500 m <sup>3</sup> /t | élesztő; |
| — elektromos energia     | 1200 kWh/t            | élesztő. |

A 20—25% szárazanyag-tartalmú sűrítményt szárító Alfa—Laval berendezés műszaki adatai:

|  |                      |
|--|----------------------|
| — szárítókamra-átmérő                                    | 8300 mm;             |
| — porlasztó fordulatszám                                 | 5600—5800 ford/perc; |
| — pakurafogyasztás                                       | 280—330 l/h;         |
| — elektromos energia                                     | 180—200 kWh;         |
| — élesztőtej-betáplálás<br>(20—25% szárazanyag-tartalmú) | 3800—4100 kg/h;      |
| — szárítólevegő (belépő)                                 | 290—320 °C;          |
| — szárítólevegő (kilépő)                                 | 98—104 °C;           |
| — a szárított anyag nedvességtartalma                    | 3—8%.                |

A takarmányélesztő porlasztva szárításához kedvező a viszonylag nagy hőmérséklet alkalmazása, 300 °C-os belépő és 100 °C-os kilépő levegővel. A szárítás ideje rövid, hogy a fehérjék ne károsodjanak. A sejtek enzimrendszerét viszont inaktíválni kell, nehogy az állatok gyomrában nemkívánatos erjedés játszódjon le. A por optimális nedvességtartalma 8%, amely mellett megfelelő csomagolásban évekig is eltartható.

## Sütőélesztő-gyári „vércé”

A szeszgyári moslék fehérjeélesztő-szaporításra való felhasználásán kívül az élesztőgyártásnál keletkező, hasonló összetételű „vércé” is felhasználható fehérjetartalmú anyag gyártására. Ennek jelentősége a sűrűcefrés élesztőgyártási eljárás esetén fokozódik, mivel az eladóélesztő előállításánál 15—18%

melaszt dolgoznak fel a cefrében. Ez a jelenlegi sütőélesztő-termelés mellett kb. 16 000 t/év melaszfelhasználást jelent.

A sütőélesztő-gyári „vércé” eleveniszapos, aktívlevegőztetéses biológiai előtisztítására kísérleteket végzett a Szeszipari Kutató Intézet. A „vércé” szerves anyagának lebontásához szükséges eleveniszapot a „vércé”, saját baktériumflórájának felszaporításával állították elő. Az elért eredmények a következőkben jellemezhetőek:

|   |                                      |
|---|--------------------------------------|
| — a tisztítási hatások                              | 45—70%;                              |
| — az egy lépcsőben elérhető tisztítási hatások      | 70%;                                 |
| — a keletkező iszapszáranyag                        | 0,17—0,44 kg/kg lebontott KOI-érték. |
| — az iszapösszetétel<br>(szárazanyag százalékaiban) |                                      |
| fehérje   | 27,5%;                               |
| zsír  | 2%;                                  |
| nukleinsav  | 0,55%.                               |

Jelentős továbbá a glutaminsav- és aszparaginsav-tartalma. Összetétele miatt tehát alkalmas takarmánykénti felhasználásra.

## A szulfitlúg

A szulfitlúg a cellulóz-, illetve a papírgyártásban keletkezik, és sok szerves anyagot tartalmaz, főleg hexózokat és pentózokat. Szeszt is elő lehet állítani belőle, a leerjedt cefre azonban kicsi, egy százalék körüli alkoholtartalma miatt a desztillációhoz sok gőzre van szükség. További hátrány, hogy a pentózok sem hasznosulnak, ezért kedvezőbb a takarmányélesztő-szaporításra való felhasználása.

A szulfitlúg élesztősítése esetén csökken a szervesanyag-tartalma, így a biológiai oxigénfogyasztása és az élővizekre kifejtett károsító hatása is jelentősen csökken.

A szulfitlúgból felhasználás előtt levegőztetéssel eltávolítják a kén-dioxidot, majd mésszel 5—5,5 pH-ra állítják. Az oldhatatlan mészevegyületektől ülepítéssel elválasztott moslékot tápsókkal kiegészítve juttatják a szaporítókádakba, ahol a Candida élesztők aerob szaporításával hasznosulnak az 5 és 6 szénatomszámú cukrok.

A kén-dioxid-mentesítésre nagy, 100—200 m<sup>3</sup>-es, fából készült kúpos tartályokat használnak, 90 °C-on 2—3 órán keresztül levegőztetnek, míg a kén-dioxid-tartalom 0,03% alá csökken. Zárt rendszerű kén-dioxid-mentesítő berendezések használata esetén a SO<sub>2</sub> a fafeltárásnál ismét felhasználható (kalcium-szulfitként visszanyerhető).



Az élesztőszaporítás módszere hasonló az egyéb anyagok felhasználásánál alkalmazott eljárásokhoz. A technológia kialakítása szempontjából legfontosabb paraméterek: a cefre pH-ja, a szulfitlég összetétele, az élesztőtörzs, a levegőztetés mértéke, a szaporítás ideje.

A szulfitlég a levegőztetés hatására rendkívül erősen habzik, ezért nagy habterű fermentorokat használnak, ahol a kád tölthetősége az összes térfogat 30—40 százaléka. Különböző levegőztetőrendszereket használnak, pl. jól bevált (házánkban is alkalmazott) LEFRANCOIS féle-levegő elosztó, legújabbban a merülősugaras rendszerű „I Z” levegőztető (ahol a cirkuláltatott folyadék juttatja be a levegőt a folyadékba). A fentiekén kívül még sok eljárás ismeretes.

A szulfitlég cukortartalmára számított 35—40 százalékos takarmányélesztő előállításával lehet átlagosan számolni. Az előállított élesztő minősége megfelel az egyéb technológiákkal előállított élesztőkének. Az emésztési együttható 85—86 százalék.

## A tejsavó

A tejparban a túró-, sajt- és kazeingyártás mellékterméke.

A tejsavó felhasználási lehetőségei:

- eredeti állapotban: takarmányozásra;
- szárítva: takarmányozásra;
- részleges élesztősítés után szárítva: takarmányozásra;
- takarmányélesztő-gyártásra.

Leggazdaságosabb eredeti állapotban takarmányozásra felhasználni. A tejsavó szárítása nem jár értéknövekedéssel, élesztősítése esetén viszont a benne levő cukor és tejsav élesztőfehérjévé alakul.

Az élesztősítésre felhasználható tejsavó összetétele: szárazanyag 6—7%, cukor 3,8—4,5%, fehérje 0,6—1,0%, hamu 0,5—1,0%.

A tejsavó élesztősítésére több eljárás ismeretes. A LEFRANCOIS-féle francia eljárással gyártott termék fehérjén kívül tejcukrot is tartalmaz, ehhez Candida vagy Saccharomyces fragilis élesztőket használnak. A Csehszlovákiában használt eljárásoknál önfelszívó turbinákkal levegőztetnek (a CLAUS—WALDHOF-féle levegőztetési elvet felhasználva).

Kisebb tejüzemekben a tejsavót élesztősítik és minden további feldolgozás nélkül, egyszerű hőkezelés után használják takarmányozásra. Egy köbméter 4—5% laktózt tartalmazó tejsavóból 16—21 kg élesztő-szárazanyagot állítottak elő, 45—50% fehérjetartalommal.

A termék önköltsége nagyobb, mint a takarmányélesztőé.

A tejsavó a szállítási költséget nem bírja el, helyben kell feldolgozni. Táplálkozásra való felhasználása néhány országban előtérbe kerül.

## A cellulózok hidrolízise

A cellulóztartalmú alapanyagok erjedéssipari felhasználásának alapja az a felismerés, hogy poliszacharidokból savas hidrolízissel glükóz állítható elő. A keményítőből a szörp- és glükózyártás hamarosan hatalmas iparrá fejlődött, de a cellulóztartalmú anyagok hidrolízise már nehezebb feladat. A hidrolízis-levek kis cukortartalmuk miatt nem alkalmasak kristályos glükóz előállítására, viszont annál inkább megfeleltek szesz- és élesztő-előállítás céljára. Az első ipartelepek 1935—36-ban létesültek, és rövid idő alatt jelentős hidrolízisipar fejlődött ki. Nagy hidrolízisgyárak épültek Németországban, Svédországban, Finnországban, Olaszországban és Franciaországban is.

A növényi anyagok hasznosítható része a glükózból álló cellulóz és a pentóz-molekulákból álló hemicellulóz. A melegsavas eljárással előállított hidrolízislé 3,5—4,5% erjeszhető cukrot tartalmaz. A hidrolízishez szükséges nagy nyomás és a rendkívül agresszív savas közeg nagy technikai nehézséget jelent.

A viszonylag híg cukorlevek szeszé való feldolgozása sem a melasz-, sem a szintetikusszesz-gyártással nem versenyképes, ezért felhasználási területe a takarmányélesztő-gyártás.

Az élesztőszaporítás hasonló a melaszmoslékből való takarmányélesztő-gyártáshoz. A mézstejjel közömbösített hidrolízislevet a szükséges tápsókkal kiegészítik és Candida (vagy Torulopsis) élesztőt szaporítanak rajta intenzív levegőztetés közben. Az ismételt szeparálással nyert és besűrített élesztőt vákuum-elősűrítés után szárítják. A termék az egyéb módszerekkel előállított élesztőkkel egyenértékű.

A hidrolízisnél keletkező furfurool további finomítás után értékes termékként hasznosítható, a visszamaradó lignint aktívszén-gyártásra vagy tüzelésre lehet felhasználni.

Egy tonna takarmányélesztő előállításához szükséges:

- 5,3 t napraforgómag-héj;
- 5,3 t kukoricacsutka;
- 4,3 t faipari hulladék.

A feldolgozó üzemnek a hulladék keletkezési helyén kell lennie. A hidrolízises takarmányélesztő-gyártás nagy gőz- és eszközigénye miatt az előállított termék önköltsége nagyobb, mint a hagyományos alapanyagokból (melasz, melaszmoslé) készült termékeinké.

## A szénhidrogének fermentációja

A fehérjék előállításának újabban sokat vizsgált és vitatott módja takarmányélesztő előállítása szénhidrogének mikrobiológiai átalakítása révén. E régóta ismeretes megfigyelés technikai alkalmazására 1960 körül került sor, amikor a



British Petroleum Co. eljárást dolgozott ki takarmányélesztő előállítására normál paraffinokból. A BP által elsősorban kőolajpárlatok paraffinmentesítésére kidolgozott eljárásban a mikroorganizmusok szénforrásként folyékony és szilárd paraffinokat hasznosítanak.

A mikrobiológiai szénhidrogén-feldolgozás leggyakrabban vizsgált alapanyagai a normál alkánok. Ezek a természetes szénhidrogénforrásokban, pl. a földgázban és a kőolajban igen változó arányban fordulnak elő. A világszerte folyó intenzív kutatómunkával számos eredményt sikerült elérni, de további vizsgálatok tárgya a fehérjekoncentrátum állatra és emberre gyakorolt egészségügyi hatása, elsősorban a karcinogén anyagok esetleges jelenlétét figyelembe véve.

Csak a normál alkánokból kiinduló gyártástechnológiák megvalósítása nyújt biztonságot, mert minden más alapanyag esetén karcinogén és egyéb káros mellékhatások fellépésének veszélye áll fenn.

A hazai kutatási eredmények és megítélések alapján hazánkban egyedül a tisztított, folyékony normál paraffinból, hosszabb távon esetleg még a földgázból kiinduló eljárásoknak van realitása.

## Táp- és takarmányélesztő-előállítás zsiradékokból

Magyar kutatók dolgozták ki a növényi és állati eredetű zsiradékok élesztősítését. A kapott terméket az alapanyag minőségétől függően humán és takarmányozási célra is fel lehet használni. A zsiradékok fehérjévé történő feldolgozása alapvetően megegyezik a sütő-, illetve takarmányélesztő-gyártási módszerekkel. Egy kg zsiradékból 0,9–1,0 kg 45–50% fehérjetartalmú élesztőszárazanyagot lehet előállítani.

## Fehérje-előállítás etanolból

Sok mikroorganizmus (élesztők és baktériumok) képes akár az etanolt szénforrásként hasznosítani (Endomycopsis, Saccharomyces, Candida, Pichia élesztők stb.). Az élesztő szaporítása tápsókkal kiegészített alkoholtartalmú tápoldatban történik, megfelelő levegőztetés közben. A világ különböző országaiban folynak a kutatások és folyamatosan van már termelőüzemek létesítése is (Anglia, Egyesült Államok, Csehszlovákia, Japán stb.).

Az etanolélesztő nemcsak takarmányként, hanem emberi fogyasztásra is alkalmas. Nagy fehérjetartalma mellett az aminosav-összetétel is megfelelő.

További előnye, hogy veszély a kórokozó csírák elszaporodására. Egyszerű a sejtek kinyerése, a szükséges üzemlétesítési költségek viszonylag nem nagyok.

A metanol is felhasználható szénforrásként, az etanol asszimilációja azonban előnyösebb (az irodalmi közlemények szerint). Jobb az élesztőkihozatal, kisebb az oxigénigény és a keletkező hő.

Metanolból az élesztőhozam 42%, az oxigénigény 1,9 g oxigén/g sejtanyag, etanolból viszont 70% az élesztőhozam, az oxigénigény 1,3 g oxigén/g sejtanyag.

## Fehérjeélesztő előállítása keményítőgyártási hulladékvizekből

A burgonya, búza, kukorica vagy más, keményítőt tartalmazó nyersanyagok feldolgozása közben jelentős mennyiségű értékes anyag megy veszendőbe. E hulladékok hasznosítását teszi lehetővé a svéd SYMBA eljárás, amely a keményítőt és a többi szénhidrátot Candida élesztőszaporításra teszi alkalmassá kétféle élesztő: Endomycopsis fibuliger és a Candida utilis egyidejű tenyésztésével. Az Endomycopsis által termelt amiláz a keményítőt egyszerű cukrokká bontja le, amiket azután a Candida utilis hasznosít. Ezáltal a hulladékvizekben levő anyagok legnagyobb része hasznosul. A SYMBA eljárás Svédországban a Svéd Cukor Társaság és a Chemap Co. Svájc fejlesztette ki és Svédországban már 1974 óta sikeresen használják.

A kétféle élesztő alkalmazása lehetővé teszi a keményítő, cukrok, szerves savak, aminosavak, proteinek és más anyagok egyetlen lépésben való hasznosítását, szükségtelenné téve az előzőleg elvégzendő hidrolízist. Burgonyafeldolgozási vizekre a  $BOI_5$  (biológiai oxigénigény, 5 napos) 90 százalékos csökkenését, a nitrogén 50 százalékos és a foszfor több mint 90 százalékos csökkenését lehetett elérni.

A SYMBA üzem (Svédország) jellemző paraméterei:

- szennyvíz 20 m<sup>3</sup>/h;
- szennyvíz szárazanyag-tartalma 2–3%;
- szennyvíz  $BOI_5$  10 000–20 000 mg/l;
- szennyvíz a SYMBA után  $BOI_5$  1000–2000 mg/l;
- $BOI_5$ -csökkenés 4–8 t/nap;
- SYMBA élesztőtermelés 250 kg/h.

A burgonyafeldolgozó gyárból a hulladékvizek puffertartályban történő egalizálás után folytonosan kerülnek hősterilizálásra, majd a fermentorokba, amiket steril levegővel szellőztetnek. A fermentorból távozó folyadékból vibrátorsziták segítségével távolítják el a héj- és rostanyagokat, majd sűrítőszeparálással nyerik



ki az elesztőt. Az elesztősűrítmény kimosása után porítószárítóba viszik és zsákokban hozzák forgalomba.

A termék összetétele a tápélesztő-előírásnak megfelel (alacsony nukleinsav-tartalom, magas vitamintartalom, kedvező aminosav-összetétel). Különböző tápkísérletek alapján megállapították, hogy kenyér- és burgonyapépben való alkalmazástól kezdve a legkülönbözőbb készítményekben fel lehet használni.

## AZ ÜZEMI HIGIÉNING

