

A hűtőipar technológiája

A hűtés és fagyasztás egyre jelentősebb tartósítási műveletté válik, mivel a termék eredeti tulajdonságait, beleértve biológiai hatóanyagait is, a legteljesebb mértékben őrzi meg. A nyersanyagokat legnagyobb mennyiségben a mezőgazdaság szolgáltatja szerződéses termeltetés formájában. A nyersanyag minőségét a fajta, az érettség, a romlatlanság, és a tisztaság határozza meg.

A hűtőipar tevékenysége két fő területre terjed ki:

- A mezőgazdasági nyersanyagok feldolgozása, tartósítása gyorsfagyasztással és hűtve tárolása.
- Más vállalatok megbízása alapján különböző áruk tárolása jellegüknek megfelelő hőmérsékleten.

A hűtőipar főbb gyártási ágazatait a feldolgozás foka szerint csoportosítva a következő összesítés adható meg:

Hűtőipari gyártási ágazatok

Zöldségek fagyasztása

- natúr (természetes állapotú) zöldborsó, zöldbab stb.,
- előkészített spárga, karfiol, zöldség stb.,
- zöldségkrémek: paraj, sóska,
- zöldségkészítmények: húsleves zöldség előállítása.

Gyümölcsök fagyasztása

- natúr gyümölcsök (málna, eper, meggy, cseresznye),
- gyümölcskészítmények,
- gyümölcskrémek előállítása

Félkész ételek gyártása és fagyasztása

- tésztás készítmények (szilvás gombóc, lekváros derelye stb.),
- húsos készítmények (májgombóc, kocsonyahús) előállítása.

Végző elkészítésük további konyhatechnikai műveleteket igényel.

Készételek gyártása és fagyasztása

- levesek,
- kész főzelékek,
- mártások,
- ételek körítéssel,
- húsos ételek,
- desszertek gyártása.

E termékeket fogyasztásuk előtt csak felmelegíteni kell.

A hűtés és fagyasztás hatása

Az élelmiszerek elváltozásai lassíthatók, esetleg meg is szüntethetők kis hőmérsékle-

tek alkalmazásával. A fizikai elváltozások közül a víztartalom változásai lassabban következnek be. A kémiai elváltozások sebessége a hőmérséklet csökkenésével $10\text{ }^{\circ}\text{C}$ -onként felére csökken. Vonatkozik ez az enzimes és nem enzimes elváltozásokra egyaránt. A rovarok alacsony hőfokok iránt érzékenyek. Pl. a kis lisztbogár $+6\text{ }^{\circ}\text{C}$ -on 15-20 nap alatt, $-15\text{ }^{\circ}\text{C}$ -on néhány perc alatt elpusztul. Csak néhány, kevésbé közönséges rovarféle tanúsít nagyobb ellenállást az alacsonyabb hőmérséklettel szemben. A hőmérséklet - csökkenés lassítja a mikroorganizmusok működését és szaporodását is. A hőmérséklet csökkenésével azonban a *mikroorganizmusok kevés kivételtől eltekintve nem pusztulnak el*, sőt egyes fajok $-270\text{ }^{\circ}\text{C}$ hőmérsékletre való hűtés után is, többszöri fagyasztás után is életképesek maradnak, mások $0\text{ }^{\circ}\text{C}$ alatti hőmérséklet - tartományban elpusztulnak. Ez a pusztulás azonban nem arányos a hőmérséklettel. 0 és $5\text{ }^{\circ}\text{C}$ tartományban a mikroorganizmusok sokkal gyorsabban pusztulnak, mint a lényegesen alacsonyabb $-18 - -20\text{ }^{\circ}\text{C}$ hőmérsékleten. A mikroorganizmusok $0\text{ }^{\circ}\text{C}$ alatt bekövetkező pusztulásának oka és mechanizmusa még nem teljesen tisztázott. Ebben a sejtekben lejátszódó biokémiai folyamatok szokott rendjének megbomlása játssza a fő szerepet, de a jégkristály képződés mechanikai roncsoló hatása is jelentős lehet. A pusztulás sebességét a közeg összetétele is befolyásolja. A fehérjék, a szacharóz jelenléte lassítja a mikroorganizmusok pusztulását, növekvő NaCl koncentráció mellett gyorsabb lesz a mikrobák számának csökkenése. A lehüléssel szemben ellenállóbbak a penészek és az élesztők jelentős része. Kevésbé ellenállóak a baktériumok. Hűtőházakban a penészgombák $-8, -10\text{ }^{\circ}\text{C}$ hőmérsékleteken még fejlődni tudnak. Az élesztők közül alacsony hőmérsékleten főleg a kimondottan erős erjesztő képességű fajták szaporodnak. A kulturélesztők nagy része azonban $0\text{ }^{\circ}\text{C}$ alatt nem fejlődik. Nagy általánosságban legtöbb mikroba $-7\text{ }^{\circ}\text{C}$ alatt már nem tud működni és a hidegtűrő fajták valószínűleg gyors adaptálódó képességüknek köszönhetik, hogy $-10\text{ }^{\circ}\text{C}$ környezetben is szaporodásra képesek. Az eddig elmondottak alapján érthető, hogy a hőelvonással tartósított termékek minden esetben tartalmaznak mikroorganizmusokat, nem sterilek.

A fagyasztás folyamán az élelmiszerekben változások következnek be. A hőmérséklet $0\text{ }^{\circ}\text{C}$ alá csökkentése a szövetekben levő víz bizonyos részének kifagyásával, a szövetekben lezajló biokémiai folyamatok megváltozásával jár. Hőelvonáskor a legfontosabb változás a víz kristályosodása. Fagyasztáskor a víz kifagyása a sejtközötti állományban kezdődik, és ha a fagyasztás lassú, a víz ki tud diffundálni a sejtekből és a már képződött kristályokat növeli. Ez az elsődleges oka, hogy lassú fagyasztással készített termék felengedtetésekor az elcsurgó lé mennyisége nagyobb és a bekonzentrálódott sejtnedv hidratálódása nehezebben megy végbe. A lassú fagyasztás tehát irreverzibilis folyamatokat idéz elő. Fagyáskor bekövetkező térfogat - növekedés nyomóhatást fejt ki a sejtekre, a bekonzentrálódott sejtnedv pedig plazmolízishez vezet (a sejtek felhasadnak). A kifagyott vízmennyiség nagy hatással van a fagyási folyamat megfordíthatóságára. Ha a megszilárduló víz mennyisége túllép bizonyos határokat, a folyamat már nem megfordítható. Csak a kolloidálisan szabad vizet szabad megfagyasztani. A víz kifagyása az élelmiszer fagyáspontján kezdődik. A fagyasztás sebességét a megfagyott réteg vastagságának változásával mérjük. Gyorsfagyasztásról akkor beszélünk, ha a fagyasztás sebessége 5 cm/óra értéknél nagyobb. A hűtési és fagyasztási folyamat menetét legjobban a hőfok görbékkel jellemezhetjük. Hűtéskor a hűtött élelmiszer hőmérséklete és az idő közötti összefüggést exponenciális jellegű görbe jellemzi.

A 7. ábra alsó görbéje a felszíni rétegre vonatkozik, a felső görbe pedig a hűtött élelmiszer belsejében uralkodó hőmérsékletet ábrázolja a hűtési idő függvényében. A fagyasztási folyamatok hőfok görbéje már bonyolultabb. Ha kis fajlagos felületű árut veszünk és a hőelvonás mértéke nem gyors, akkor a görbe lefutása a 8. ábrán látható alakú.

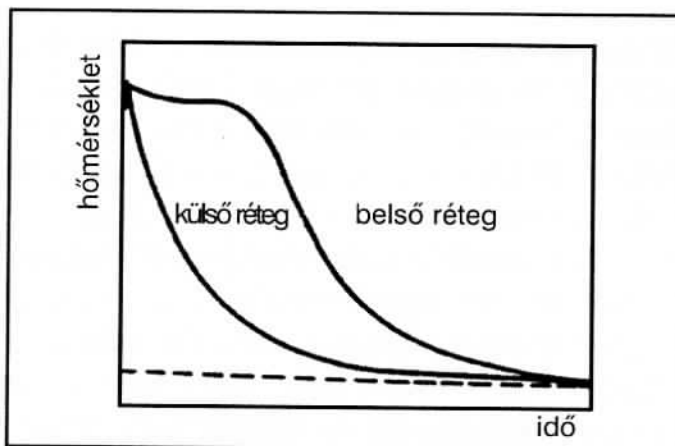
A hőmérséklet az élelmiszer fagyáspontjára kezdve gyorsan süllyed. Itt elkezdődik csaknem állandó hőmérsékleten a jégkristályképződés, amit a fagyási görbe csaknem vízszintes szakasza ábrázol. E szakasz hossza a

hőelvonás sebességének függvénye. Minél hosszabb a fagyasztás, annál hosszabb a vízszintes szakasz. Amikor az áruban levő víz legnagyobb része kifagyott, megkezdődik a fagyasztott élelmiszer további lehűtése. A

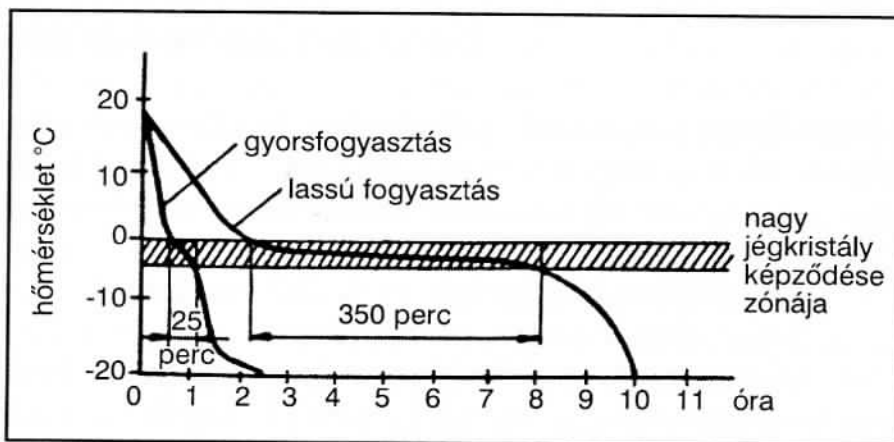
görbe csökkenő hőmérséklettel ismét laposabb lesz, mert a hőmérséklet - különbség a fagyasztásra szánt áru és a hűtőközeg között csökken. A 8. ábrán jól látható a lassú és gyorsfagyasztás hőfok görbéi közötti különbség, és hogy az utóbbi esetben a maximális kristálynövekedés zónáján gyorsan halad át az anyag.

A gyorsfagyasztott élelmiszerek tárolása és az optimális tárolási hőmérséklet kialakítása számos kutatás eredménye. Hús esetében megállapították,

hogy a fehérjék a tárolási hőfoktól függően eltérően viselkednek. Izomprésléval végzett kísérletek eredménye szerint $0\text{ }^{\circ}\text{C}$ -nál kisebb, de ahhoz közeleső hőmérsékletek erős denaturáló hatást gyakorolnak az izompréslé fehérjetartalmára, viszont $-10\text{ }^{\circ}\text{C}$ -tól lefelé, de különösen $-20\text{ }^{\circ}\text{C}$ alatt ilyen denaturálódás csak kismértékben jön létre. Hasonló eredményekre jutottak a kutatók a fagyasztott tej tárolásánál. Felolvasztás után $-15 - -20\text{ }^{\circ}\text{C}$ -os hőmérsékleten tárolt tej teljesen megfelelő minőséggel rendelkezett, azonban a $0\text{ }^{\circ}\text{C}$ -hoz közeli hőmérsékleten végzett tárolás után a felolvasztott tejben fehérjecsapadék jelent meg pelyhek alakjában.



7. ábra A hűtött termék hőmérséklete a hűtési idő függvényében



8. ábra A fagyasztott termék hőmérséklete a fagyasztási idő függvényében

A gyorsfagyasztás technológiája

A gyorsfagyasztandó élelmiszerek fagyasztása lehetséges nagyobb adagokban, tömbökben vagy pedig kisebb egységekben csomagolva. Hogy melyik eljárást alkalmazzuk, ezt egyrészt a gyorsfagyasztásra kerülő termékféleség, másrészt a fagyasztási eljárás szabja meg. A gyorsfagyasztott termékben, a szövetekben lezajló biológiai folya-

matok gyakorlatilag megszűnnek. Ennek következtében az ilyen módon kezelt élelmiszerek tárolásakor nincs szükség levegőzésre. Mivel kívánatos a vízveszteség meggátálása is, kedvező a vízgőzt át nem eresztő csomagolás alkalmazása. A víz eltávozása a felületről elszíneződéseket, oxidációt és szagok felvételét okozhatja.

A csomagolóanyagtól megkívánjuk:

- a minél kisebb hőszigetelő hatást,
- íz- és szagmentességet,
- az egészségre ártalmatlanságot,
- a tetszetős és ízléses külsőt,
- legyen olcsó és gazdaságos.

Különösen a gyorsfagyasztott készételek, a gyorsfagyasztott ebéd- és vacsoratálak készítésénél nagy szerephez jutnak az alumínium fóliából készült tálcák. Mivel a víz fagyása jelentős térfogat - növekedéssel jár, ezt a megtöltés mértékénél is figyelembe kell venni.

Fagyasztási eljárások

Jó minőségű fagyasztott élelmiszerek és élelmiszer - készítmények csak nagy sebességgel végzett fagyasztással állíthatók elő. Éppen ezért ma már csaknem kizárólag gyorsfagyasztott élelmiszerek kerülnek forgalomba. A fagyasztás gyorsaságának növelése három alapvető módon végezhető:

- a hűtőközeg hőmérsékletének csökkentésével,
- a hőátadási viszonyok javításával és a
- fagyasztandó termékek méreteinek csökkentésével (fajlagos felület növelése).

A korszerű gyorsfagyasztási eljárások mindhárom lehetőséget felhasználják. A jelenleg használatos gyorsfagyasztási eljárások három csoportra oszthatók a hűtő- illetve fagyasztóközeg alapján:

- gyorsfagyasztás folyékony hűtőközeggel,
- gyorsfagyasztás áramló levegővel,
- gyorsfagyasztás elpárolgó hűtőközeggel.

Gyorsfagyasztás folyékony hűtőközeggel

Közvetlen érintkezéssel

Az üzemi méretű gyorsfagyasztás kezdetét a sólében való fagyasztás jelentette. A sólével való közvetlen fagyasztásnak számos előnye van. Közülük elsősorban is a rendkívül kedvező hőátadási viszonyok és ami ezzel jár, a nagyobb teljesítmény, a kisebb helyszükséglet és a kisebb hidegveszteség. Hátránya viszont, hogy a termékbe behatoló sóoldat, különösen ha nem eléggé tiszta, kellemetlen ízváltozást okozhat. Ma ipari megvalósítással alig találkozunk.

Gyorsfagyasztás a folyékony hűtőközeg közvetlen érintkezése nélkül

A közvetlen sólével végzett fagyasztás hátrányainak kiküszöbölésére olyan módszere-

ket vezettek be, ahol valamilyen burkolat védi az élelmiszert a sólé káros behatásaitól. Ez az eljárás rontja ugyan a hőátadást, viszont lehetővé teszi a konyhasó mellett az egyéb sóoldatok alkalmazását, amelyek alacsonyabb hőmérsékletre hűthetők le. A NaCl oldattal legfeljebb $-21,2\text{ }^{\circ}\text{C}$, a kalcium - kloridoldatokkal viszont $-55\text{ }^{\circ}\text{C}$ is elérhető. A gyakorlati kivitelezés legegyszerűbb módja, hogy a fagyasztani kívánt élelmiszert fémedénybe (doboz, serpenyő) helyezik el, majd ezt lezárva belesüllyeszti a fagyasztó sóoldatba. Ez az eljárás különösen akkor hatásos, ha az élelmiszer szabályos alakú vagy könnyen alakítható, és így a fémformát teljesen kitölti. Ellenkező esetben a kialakuló légpárnák nagymértékben rontják a hőátadási viszonyokat és így növelik a fagyasztási időt. Szabálytalan alakú áruk burkolására jól záró és megfelelő mechanikai szilárdságú műanyag fóliák a legalkalmasabbak. Baromfi gyorsfagyasztására ez az eljárás igen jól alkalmazható.

Gyorsfagyasztás hűtött fémlapok között

A soklapos fagyasztó-berendezések a gyorsfagyasztott élelmiszer - készítmények gyártásának kezdeti szakaszában igen elterjedtek voltak. Átlagban a termékek majdnem 30%- a ilyen típusú berendezésekkel készült, főleg a kis egységekben csomagolt, szabályos alakú dobozokban forgalomba kerülő gyorsfagyasztott élelmiszereket fagyasztották ezzel az eljárással. A fagyasztandó élelmiszercsomagokat két - két alumínium lap közé helyezik, amelyekben vagy maga a hűtőközeg (ammónia, freon -12, freon -22 stb.), vagy hideg sólé áramlik a bennük elhelyezett acélcsővekben vagy csatornáknak. A legfelső lap rögzített, a többi viszont a csomagok behelyezése után hidraulikus úton felemelhető úgy, hogy a csomagokra bizonyos nyomás hat. Ez lehetővé teszi a hűtőlapok és a fagyasztandó élelmiszerek közötti légrétegek vastagságának csökkentését. Ez a tény, valamint a kétoldali hűtés megfelelően gyors fagyasztást biztosíthat. A gyorsfagyasztó készülék lapjai közötti távolság (tehát a csomagok vastagsága) 25–90 mm. A hőátadási tényező csak közepes fagyasztási sebességet tesz lehetővé. A soklapos gyorsfagyasztó készülékek hátránya, hogy kis kapacitásúak, továbbá, hogy a csomagok behelyezése és kirakása sok kézi munkát igényel ezért használatuk visszaszorult.

Gyorsfagyasztás hideg légáramban

Jelenleg is a leggyakoribb eljárás a gyorsfagyasztott élelmiszerek előállítására. A gyorsfagyasztott termékek majdnem 70% -a ilyen elven működő berendezésekben készül. A nyugvó vagy lassan mozgó levegő a hőt rosszul közvetíti. Ezért megfelelő gyorsaságú fagyasztás csak alacsony hőmérsékletre lehűtött és nagy áramlási sebességű levegővel érhető el. Különösen a kisebb méretű termékek és csomagok megfelelő minőséget biztosító gyorsasággal fagyaszthatók. Számos, ilyen elven működő fagyasztókészüléket szerkesztettek.

Ezek szakaszosan és folytonosan működő gyorsfagyasztó berendezésekre oszthatók.

Szakaszosan működő levegőáramos gyorsfagyasztó készülék

A készülékek fagyasztóterébe szakaszosan kerül be az élelmiszer. A fagyasztásra ke-

rülő árut függőpályán vagy gördíthető állványokon hozzák be a fagyasztókamrába. A fagyasztókamra megtöltése után a terméket hideg levegőáramban megfagyasztják, majd a fagyasztott terméket eltávolítva újabb friss áru fagyasztására kerülhet sor.

A folytonos működésű berendezések felé való átmenetet képeznek a különböző szakaszos működésű fagyasztóalagutak. A berendezés lényege, hogy az áru az alagút két párhuzamos szakaszának egyikén, a beadagolás helyétől távolodva, majd a másikon ahhoz visszafelé közeledve halad végig.

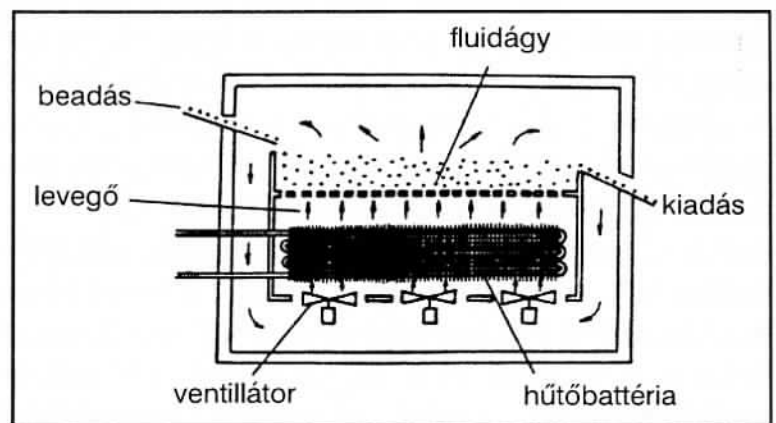
Folytonos levegőáramos gyorsfagyasztók.

E készülékeknél a fagyasztani kívánt árut folytonosan juttatja be és szállítja végig a fagyasztótéren valamilyen szállítószervezet. Egyik legismertebb berendezéstípus a tolókocsis alagút-berendezés. A szalagos alagút-berendezésben az árut tolókocsik helyett szállítószalag mozgatja az alagúton át.

Fluidizációs fagyasztó

A fluidizációs fagyasztó-berendezés (9. ábra) különösen jó eredménnyel alkalmazható az apró darabos élelmiszerek - borsó, zöldségkockák, vágott bab stb. - fagyasztásánál, amelyet a 9. ábra szemléltet.

Az előkészített és $-5 - -10\text{ }^{\circ}\text{C}$ -on előhűtött árut vibrációs csúszda adagolja a berendezésekbe. Az anyagot tartó perforált tálca alatt vannak a hűtőtestek, ezeken keresztül 4 ventilátor nyomja a levegőt. A



9. ábra Fluidizációs fagyasztó

levegő a fagyasztandó terméket a fluid ágyban lebegve tartja és igen jó hőátadási viszonyok következtében a fagyasztás sebessége igen nagy, az átfutási idő 5-8 perc. A berendezések teljesítménye 1-3 t/óra és szervesen beépíthetők a feldolgozóvonalakba.

Gyorsfagyasztás elpárolgó hűtőközegben

Az elpárolgó hűtőközegben való fagyasztás igen nagy fagyasztási sebességet biztosít. Ennek oka egyrészt abban rejlik, hogy a hűtőközeg közvetlenül érintkezik a fagyasztandó áruval, ami igen jó hőátadást teremt. Másrészt a fagyasztás közben el is párolog a hűtőközeg és a párologási hő elvonása növeli a hőelvonás intenzitását. Mindezek következtében ez a fagyasztási eljárás még a közvetlen sólé módszerénél is jobb hőátadást biztosít. Az első kísérleteket folyékony szén - dioxiddal végezték. A szén - dioxid elpárolgása $-80\text{ }^{\circ}\text{C}$ -on megy végbe, de 0,5 MPa nyomásnak kell lennie ahhoz, hogy folyékony maradjon. Ez az áru ki - berakodását megnehezíti. Újabban olyan fagyasztó-berendezésekben hasznosították a szén - dioxidot, amelyek a termék megfagyasztásához szükséges cseppfolyós szén - dioxidot 0,1 MPa nyomáson permetezték az árura és a képződött szénsav szublimációs hője végzi a fagyasztást. Az eljárás gazdaságossága szén - dioxid - cserével javítható. A jelenlegi fagyasztási technológiában a freon és a folyékony nitrogén alkalmazása a legnagyobb jelentőségű. A freon -12

vagy diklór - difluor - metán $-40\text{ }^{\circ}\text{C}$ -on forr $0,1\text{ MPa}$ nyomáson. A freongőzőket feltétlenül vissza kell nyerni, mivel mérgezőek, a légkörbe jutásuk nemkívánatos (ózonréteg károsítása) és ez biztosítja a fagyasztó-berendezés gazdaságos működését.

Az árut szállítószalagok mozgatják a fagyasztótérben. A hűtőhatást a bejutó áru freonfürdője és a permetezőfejekből lepermetezett és elpárolgó freon biztosítja. A freongőzőket kompresszorok szívják el, majd ismét cseppfolyósítják és visszavezetik a fagyasztó-berendezésbe. A fagyasztás igen gyors a jó hőhatás következtében. A freonveszteség 3 kg/nap nagyságrendű. Mivel a freon mérgező, a visszatartott maradékát gondosan ellenőrizni kell az élelmiszerben. Az elpárolgó hűtőközegben való gyorsfagyasztás fejlődésében új fejezetet jelent a folyékony nitrogén alkalmazása az élelmiszerek gyorsfagyasztására. Mivel igen gyors, levegőtől elzárt fagyasztást tesz lehetővé, jó minőségű, jól eltartható termékeket szolgáltat.

Fagyasztott zöldségfélék és gyümölcsök gyártása

Példaként a nagy mennyiségben fagyasztott zöldborsó és málna technológiáját ismertetjük.

Fagyasztott zöldborsó gyártása

A feldolgozás a termőföldre telepített cséplőállomásokon kezdődik. Itt a kaszált és szikkasztott zöldborsóból cséplőgépeken különválasztják a hüvelyt és a borsószemeket. A cséplelt zöldborsószemeket tartálykocsikkal szállítják be az üzembe. A feldolgozó üzemben a borsót a gyűjtőtartályból vízzel a flotációs mosógépbe, majd víztelenítés után az előfőző berendezésbe viszik. Az előfőzött és szemnagyság szerint osztályozott zöldborsót víztelenítik, majd a fluidizációs fagyasztóba kerül. A fagyasztott borsó levegőáramban lebegve kerül ki a fagyasztó-berendezésből. A borsót kézi vagy gépi úton, hűtött teremben csomagolják. Ha a fagyasztásra kerülő borsó vizes, több szem összefagyásával csomók keletkeznek, amelyek a csomagológép működését zavarhatják.

Fagyasztott málna gyártása

A málna az egyetlen gyümölcs, amelyet nem szabad mosni, mivel sérülékeny és igen nagy a veszteség, illetve roncsolódás lép fel. Folytak próbálkozások a mosás megoldására finoman porlasztott vízzel. A gyümölcsre tapadó vékony vízréteg a fluidizációs fagyasztásnál vékony jégpáncélt képez, és bizonyos védelmet nyújt a fagyasztást követő válogatás és csomagolás műveleteinél. Elpárolgó Freon hűtőközeggel is igen jó minőségű termék állítható elő.

Sertés- és marhahús fagyasztása

A fél sertések és negyedelt marhák fagyasztása azért nehéz, mivel a vastag húsréteg gyors lehűtése és gyorsfagyasztása nagy hőmérsékletkülönbséget (alacsony hőmér-

sékletű fagyasztóközeg) igényel. A nagy térfogatú hús jelentős hőkapacitása pedig nagy mennyiségű vagy gyorsan áramló hűtőközeget kíván. Ezért mindig előhűtött húsokat fagyasztanak. Az előhűtést hideg vizes zuhanyozás előzi meg, ami a felületet hűti és tisztítja, illetve a felületre tapadó víz a hűtési veszteséget csökkenti. Ezután $-7 - -2$ °C-os hideg levegőáramban a hús maghőmérsékletét 18 - 24 óra alatt $-2 - -3$ °C-ra hűtik. Az előhűtött húsok fagyasztása $-15 - -20$ °C hőmérsékletű áramló levegőben, leggyakrabban alagútfagyasztóban történik. Ilyen körülmények között a húsok fagyasztásához két nap szükséges. A levegő páratartalmát 85 - 98% között tartják, mert ellenkező esetben jelentős tömegvesztés lép fel.

Fagyasztott félkész termékek gyártása

Fagyasztott hasáburgonya készítése

A gyorsfagyasztott hasáburgonya gyártása pl. Miskolci Hűtőházban magas fokon gépésített, folyamatos üzemű gyártóvonalon történik (Florigo típus).

Burgonya tárolása, mosása. A különböző partnergazdaságoktól megvásárolt burgonya a mennyiségi és minőségi ellenőrzés után konténerekben az üzem nyersanyagtárolójába kerül, ahol -18 °C körüli hőmérsékleten 1 - 2 hétig tartják. A burgonya a konténerbuktató berendezésen át jut a gyártóvonalba, majd innen az előmosóba kerül, amelynek vízszintes tengelyű forgódobjában folyamatos vízbefecskendezés a nyersanyagról lemossa a homokot és az egyéb szennyeződést. Ezt követően a flotációs elven működő kavicsztalanítóba kerül, a kövek, a kavicsok és az egyéb darabos szennyeződések leválasztása végett. Ezt levegőbefúvatással segítik.

Gőzhámózás. A megfelelően mosott, kavicsztalanított burgonya ferde szállítószalagon automata mérlegen keresztül a gőzhámozóba jut. Ez szakaszos működésű forgó autókláv, amelyben 4,5 s-ig (1 MPa nyomáson) gőzölik a burgonyát, közben 1 - 3 mm vastagságú rétege megfő. A hirtelen nyomáscsökkenés után a burgonya héja mintegy lerobban a gumóról. Az egyszeri töltés 100 - 120 kg burgonya. A gőzhámozó kapcsolószekrényébe beépített automatika vezérel a beadagolástól az utómosóig minden gépet a gőzhámozó szakaszos üzemének megfelelően. A gőzhámózásnál a hámozási veszteség minimális.

Utánmosás. A gőzhámozóból kiürített burgonya a vízszintes tengelyű forgóhengeres utánmosóba kerül, amely belülről kefékkel és folyamatos vízbefecskendezővel ellátott. Az utánmosás célja a gőzhámozóban fellazított héj végleges eltávolítása.

Válogatás. Az utánmosóból a hámozott burgonya a görgős válogatóra kerül. A válogatóból eltávolítják a hámozatlan, beteg, hibás gumókat. A felületi hibát tartalmazó gumókat pedig késsel utántisztítják.

Vágás, szélességosztályozás. A válogatott, tisztított burgonyát ferde szállítószalag juttatja a vágó - szélességosztályozó berendezésbe. A vágógép a burgonyát 11 - 11 mm-es négyzetes keresztmetszetű hasábokra vágja, majd a szélességosztályozó a nem megfelelő keresztmetszetű (ún. széle darab) hasábokat kiosztályozza (gyártási hulladék).

Előfőzés. A szeletelt burgonya blansírozása csigás előfőzőben folyik $80-85$ °C-os vízben, szabályozható (általában 3 - 5 perc) tartózkodási idővel, a fűtés közvetlen vízgőzbevezetéssel történik. Az előfőzött burgonyahasábok a víztelenítő és hosszosztá-

lyező vibrátorra jutnak, ahol a lecsöpögő víz és a rövid darabok a vibrátorasztal perforációján eltávoznak. A vibrátor a burgonyát a sütőberendezésbe továbbítja.

Sütés. A termék elősütése a folyamatos üzemű sütőkádban történik, keményített növényi ételzsírban, 140 - 150 °C-on, 4 - 6 percig. A burgonyaszleteket a kádban acél-sodronyból készült szállítószalag továbbítja. A kádba a zsír beadagolását, állandó szinten tartását a beépített szintszabályozó biztosítja.

Előhűtés. A megfelelő mértékben elősütött burgonya a zsírlecsöpögtető szalagon át előhűtő berendezésbe kerül, ahol több szintes szállítószalag van. A hűtés levegővel történik, amelyet a beépített axiálventillátorok cirkuláltatnak. A termék 30 percig van a berendezésben, ez idő alatt a külső levegő hőmérsékletére hűl le.

Gyorsfagyasztás. A külső levegő hőmérsékletére lehűlt termék szállítószalagon a folyamatos FLO - FREEZE típusú gyorsfagyasztó berendezésbe kerül. A fagyasztóban a fluidágyon keresztül -35 °C-os levegőt cirkuláltatnak a nagy teljesítményű ventillátorok, amelynek eredményeként a termék 4 - 6 perc múlva -20 °C-os hőmérsékletre hűl le. A készterméket nagyfogyasztók részére 15 kg-os nátronzsákba, a kereskedelmi hálózat részére 400 g -os polietilén tasakokba csomagolják. A feldolgozóvonal teljesítménye 1,8 t késztermék óránként.

Gyorsfagyasztott készételek gyártása

A készterméket a gondosan kiválogatott és előkészített nyersanyagok felhasználásával a higiéniai követelmények megtartásával nagyüzemi körülmények között készítik. Ezután az adagokat polietilén tálcákra kimérve és állványra rakva fagyasztószobába viszik ahol 24 órán át -28 °C hőmérsékleten fagyasztják. A fagyasztás után a megfagyott terméket a tálcából eltávolítják és polipropilén burkolatba légmentesen lezárják. A burkolt terméket felirattal ellátott és további védelmet nyújtó kartondobozba helyezik és -18 - -20 °C hőmérsékleten tárolják. Ismeretesek folytonos adagológépek is főleg levesek vagy főzelékek csomagolásához védőgáz alkalmazásával.

Gyorsfagyasztott élelmiszerek tárolása és szállítása

Tárolás. A gyakorlati tapasztalat alapján az a nézet alakult ki, hogy a legtöbb termék tárolásához elegendő -10 és -20 °C közötti hőmérséklet. A gyümölcsök és főzelékfélék -18 és -20 °C-on hónapokig is tárolhatók minden lényegesebb elváltozás nélkül. Az utóbbi időkben a fagyasztási hőmérsékletekkel együtt a tárolási hőmérsékletek csökkentése is megfigyelhető. Svédországi kísérleti adatok szerint -30 °C-on való tárolás igen jó minőségű gyorsfagyasztott terméket eredményezett. Ezért nálunk is kisebb, -23 - -25 °C-os hőmérsékleteket alkalmaznak. A tárolási hőmérséklet egyenletessége, ingadozásmentessége is nagyon fontos. Nagyobb hőmérséklet - ingadozások átkristályosodást okozhatnak, ami a termék minőségét károsan befolyásolhatja, hasonlóan a lassú fagyasztáshoz. A gyorsfagyasztott termék minősége csak megfelelő tárolással óvható meg. Ezt a fogyasztásig a hűtlánc biztosítja, amely a tárolótér, szállító járművek, az üzleti és háztartási hűtőszekrények láncolatát jelenti.

Szállítás. A terméket speciális eszközökkel kell szállítani az elosztó üzemhálózatba. Rövidebb távú szállításra legjobban beváltak a különböző hűtő gépkocsik. A kereskedelmi hűtőberendezésektől is megköveteljük

- a -18 -tól -20 °C-os hőmérséklet tartását, minél kisebb ingadozásokkal,
- a raktározó terület kényelmes hozzáférhetőségét,
- tegye lehetővé az élelmiszerek egyes fajtái áttekinthető elhelyezését.

Felengedtetés. A gyorsfagyasztott élelmiszereket felhasználás előtt fel kell engedtetni, hogy visszanyerjék eredeti tulajdonságaikat és ezáltal mind közvetlen fogyasztásra (pl. gyümölcsök), mind konyhatechnikai vagy esetleg további üzemi feldolgozásra alkalmassá váljanak. Kívánatos, hogy a felengedtetés lassan történjen, hogy elegendő idő álljon rendelkezésre a kolloidrendszer visszaduzzadásához. Mivel azonban a túl lassú felengedtetés a mikrobák elszaporodása miatt káros, kompromisszum szükséges. Leggyakrabban alkalmazott eljárás a levegőben való felengedtetés. Főleg húsoknál gyakori, mivel különösen a nagyobb húsdaraboknál a legjobb eredményeket biztosítja. Ezeknél ugyanis még igen intenzív fagyasztási eljárás esetén is a belső részek megfagyasztása hosszabb időt vesz igénybe és a szöveti elváltozások nagyobbak. A hideg, esetleg meleg vízzel való felengedtetés a jobb hőátadási viszonyok folytán lényegesen gyorsabb. Hátránya azonban, hogy a gyorsfagyasztott termék a vízzel közvetlenül érintkezik, az értékes anyagok kioldódhatnak és a felengedtető vízbe kerülhetnek. Jelentős gyakorlati eredményeket értek el a különböző elektromos melegítéssel végzett felengedtetéssel.

A gyorsfagyasztott élelmiszerek változása a tárolás alatt

A tároláskor fizikai, kémiai és mikrobiológiai változások mehetnek végbe. A fizikai változások közül a legfontosabb a jég szublimációja, amely tömegvesztésben jelentkezik. Nagysága a termék csomagolásával csökkenthető és lehetőleg vízgőzzel telített légteret kell biztosítani. A jég szublimációja, a termék kiszáradása rendszerint a termék elszíneződését okozza. A másik fizikai változás a jégkristályok növekedése. Ezt elősegíti a hőmérséklet ingadozása és annál nagyobb mértékű, minél nagyobb a tárolási hőmérséklet.

A kémiai változások közül:

- az avasodás,
- az elszíneződés és
- az enzimek tevékenysége jelentős.

Blansírozott termékeknél az enzimek működésével nem kell számolnunk. Az avasodás a nagy zsírtartalmú termékeken lép fel, és a kiszáradt felületen különösen erőteljes és kellemetlen ízváltozást okoz. Az elszíneződés a természetes színanyag elbomlásával, átoldódásával a környező közegbe és idegen szín kialakulásával egyaránt előfordulhat. A mikrobiológiai elváltozások csak -10 °C feletti hőmérsékleten válhatnak lényegessé, azonban a baktériumenzimek hatása alacsonyabb hőmérsékleten is okozhat elváltozásokat. A bekövetkező változások a fagyasztott élelmiszer minőségét rontják és az eltarthatóságot korlátozzák. A fagyasztott termékek eltarthatóságának azt az időtartamot tekintik, amely idő alatt a termék tulajdonságai a szabványban előírt követelményeknek megfelelnek. Az eltarthatóság idő a tárolási hőmérséklet függvénye és attól exponenciálisan függ.

Termék	Tárolhatósági idő, hónap		
	-18°C	-25°C	-30°C
Gyümölcsök			
őszibarack, kajszi, cseresznye,			
meggy cukorral	12	18	24
málna, szamóca	12	18	24
málna, szamóca cukorral	18	24	24
Zöldségek			
zöldbab	15	24	24
sárgarépa	18	24	24
zöldborsó	18	24	24
hasábburgonya	24	24	24
spenót	18	24	24
Hús és húskészítmény			
marhatest	12	18	24
sertéstest	6	12	15
zsír	9	12	12
baromfi (csomagolt)	12	24	24
Tejtermék			
vaj	8	12	15
fagylalt	6	12	18

3. táblázat Gyorsfagyasztott termékek tárolhatósága

Összefoglalás

A hűtőipar a nyersanyagokat és késztermékeket hűtéssel és fagyasztással tartósítja. A hőmérséklet - csökkenés hatására a kémiai reakciók sebessége csökken, a mikroorganizmusok szaporodása és tevékenysége megszűnik. Mivel a mikroorganizmusok zöme nem pusztul el ezek a termékek csak hűtött, fagyott állapotban tarthatók el és forgalmazhatók. A fagyasztás sebessége befolyással van a termék tulajdonságaira a felengedtetés után.

A fagyasztás lehetséges:

- folyékony hűtőközeggel,
- áramló levegővel vagy
- elpárolgó hűtőközeggel.

Zöldségek és gyümölcsök, húsok, félkész és készételek fagyasztása a leggyakoribb. A hűtlánc biztosítja a megfelelő minőségű termék eljuttatását a fogyasztóhoz. A tárolás alatt elváltozások mennek végbe a fagyasztott termékekben, emiatt azok eltarthatósága nem korlátlan.

Ellenőrző kérdések

1. Melyek a hűtőipar feladatai?
2. Ismertessük és jellemezzük a hűtőipar nyersanyagait!
3. Milyen változásokat okoz a hűtés és a fagyasztás?

4. Mit nevezünk a fagyasztás sebességének?
5. Mi a gyorsfagyasztás?
6. Foglaljuk össze a hideg légáramos fagyasztás megoldási lehetőségeit!
7. Ismertessük az elpárolgó hűtőközeggel végzett fagyasztást!
8. Hogyan készítik a fagyasztott sült burgonyát?
9. Ismertessük a készételek gyártási eljárásait!
10. Milyen körülményeket kell teremteni a fagyasztott termékek tárolása és szállítása folyamán?
11. Mi a hűtőlánc?
12. Milyen változások léphetnek fel a fagyasztott termékek tárolásakor?