



Élelmiszertechnológiák

című tananyag

1. kötet

ÁLLATI EREDETŰ ALAPANYAGOKAT FELDOLGOZÓ ÉLELMISZERTECHNOLÓGIÁK

Dr. Csanádi József, egyetemi docens

Dr. Zsarnóczay Gabriella, főiskolai docens

Bencsik Dóra, tanársegéd

Szegedi Tudományegyetem Mérnöki Kar

Élelmiszermérnöki Intézet

2019.

SZÉCHENYI 2020



Európai Unió
Európai Szociális



Tartalomjegyzék

I. TEJIPARI ISMERETEK (Dr. Csanádi József)

1.	BIOAKTÍV KOMPONENSEK A TEJBEN ÉS TEJTERMÉKEKBEN	9
1.1	A tejsír daganat ellenes hatása	11
1.2	Különleges bioaktív lipid – Konjugált linolsav (KLS) (A KLS-val kapcsolatos információk Csapó János professzor és munkatársainak munkája alapján kerülnek közlésre.) 12	
1.2.1	A nyerstej KLS tartalma	12
1.2.2	Tejtermékek KLS tartalma	13
1.2.3	A KLS mennyiségének növelési lehetőségei	14
1.3	Más bioaktív lipidek	18
1.4	Bioaktív fehérjék	18
1.4.1	A fő tejfehérjék biológiai hatásai és alkalmazásuk	20
1.4.2	A bioaktív peptidek előállítása és funkcionalitása	28
1.4.3	Bioaktív peptidek a tejtermékekben és újszerű alkalmazások	31
1.5	Növekedési faktorok	35
1.6	Egyéb bioaktív vegyületek	36
1.7	Ellenőrző kérdések:	38
2.	SAJTGYÁRTÁS – KITERMELÉS	39
2.1	Az alvadást befolyásoló tényezők és jelentőségük a sajtgyártásban	39
2.1.1	Oltóenzim	39
2.1.2	Nyers tej tárolása	40
2.1.3	Tőgyfertőzés	41
2.1.4	Pasztörözés	41
2.1.5	Homogénezés	42
2.1.6	Ultraszűrés	43
2.1.7	Kalcium-klorid adagolás	44
2.1.8	Kultúra hatása	45
2.1.9	Alvasztási hőmérséklet	46
2.2	A kitermelés meghatározása	46
2.2.1	A kitermelés vizsgálatának történelme	46
2.2.2	Kitermelési adatok és kitermelést javító eljárások	48
2.2.3	A sajttermelés korszerű vizsgálata	50
2.3	Ellenőrző kérdések:	56
3.	JÉGKRÉMEK GYÁRTÁSA	57
3.1	A gyártáshoz használt alap és adalékanyagok	59
3.2	A jégkrémek gyártásának technológiája	61
3.2.1	A keverék készítése	62

3.2.2	A keverék kezelése	64
3.2.3	Fagyasztás és habosítás	66
3.2.4	Adagolás és csomagolás	67
3.2.5	Keményítés	69
3.2.6	Tárolás, szállítás	69
3.3	A jégkrémek fontosabb hibái	70
3.4	Ellenőrző kérdések:	71
	Felhasznált irodalom	71

II. BAROMFI FELDOLGOZÁS

1.	A BAROMFIHÚS	1
1.1	A baromfihús szerepe a táplálkozásunkban	1
1.1.1	A húsfogyasztás kialakulása	1
1.1.2	A hús táplálkozásbiológiai megítélése	2
1.2	Hústermelés	10
1.3	Húsfogyasztás	11
1.4	Ellenőrző kérdések	12
2.	BAROMFI FELDOLGOZÁS	12
2.1	Tyúkfajták	13
2.2	Tartástechnológia	15
2.2.1	Intenzív (zárt tartás)	15
2.2.2	Extenzív (szabadtartású)	16
2.2.3	Biotartás	17
2.2.4	Ivar szerinti tartás	17
2.2.5	Ketreces tartás	17
2.3	Takarmányozás	18
2.4	Feldolgozás	19
2.4.1	Függesztés	20
2.4.2	Kábítás	20
2.4.3	Vágás	21
2.4.4	Véreztetés	21
2.4.5	Forrázás	22
2.4.6	Kopasztás	23
2.4.7	Fejszakítás	24
2.4.8	Testmosás	25
2.4.9	Lábvágás	26
2.4.10	Zsigereles	26
2.5	Ellenőrző kérdések	28

3.	HÚSMINŐSÉG.....	29
3.1	Táplálkozás-biológiai minőség.....	29
3.2	Vágási minőség.....	29
3.3	Élelmiszer-biztonsági minőség.....	30
3.3.1	Fizikai.....	30
3.3.2	Kémiai	31
3.3.3	Mikrobiológiai.....	31
3.4	Érzékszervi minőség.....	34
3.4.1	A hőkezelés hatása	34
3.5	Fizikai minőség.....	39
3.5.1	Technofunkcionális tulajdonságok.....	41
3.6	Ellenőrző kérdések	42
	Felhasznált irodalom	43

III. HÚSIPARI TECHNOLÓGIÁK

1.	SERTÉS ÉS SZARVASMARHA VÁGÁS	46
1.1	A húsfeldolgozás története és jelentősége	46
1.2	A hús jelentősége a táplálkozásban	47
1.3	A húsiparban jelentősebb állatfajok és fajták	48
1.3.1	Sertés fajták csoportosítása	48
1.3.2	Szarvasmarha fajták csoportosítása.....	49
1.4	A gazdasági állatok testtájai	50
1.5	A vágóállatok beszállítása, érkeztetése és minősítése a vágóhídon	51
1.6	Nyomonkövetés	53
1.7	Vágósertések fogalom meghatározásai:	53
1.7.1	Sertések minősítése élő állapotban.....	54
1.7.2	Sertések műszeres objektív minősítés	55
1.8	A sertésvágás szennyves övezeti műveletei	57
1.8.1	Kábítás.....	57
1.8.2	Szúrás és véreztetés	61
1.8.3	Szőrlazítás	61
1.8.4	Kopasztás	65
1.8.5	Kombinált forrázás-kopasztás	66
1.8.6	Perzselés, lelángolás.....	66
1.8.7	A bőrfejtéses sertésvágás technológiája	67
1.9	A sertésvágás tisztaövezeti műveletei	68
1.9.1	Bontás.....	69
1.9.2	Hasítás	69

1.9.3	Állatorvosi vizsgálat.....	70
1.9.4	Szalonna leeresztés.....	71
1.10	Vágómarhák fogalom meghatározásai	71
1.11	Szarvasmarhák beszállítása átvétele és minősítése	73
1.12	A szarvasmarha vágás műveletei.....	76
1.12.1	Kábítás.....	76
1.12.2	Véreztetés	76
1.12.3	Rodingolás.....	76
1.12.4	Bőrelőfejtés	77
1.12.5	Bőrfejtés	77
1.12.6	Fej levétele	78
1.12.7	Szegyhasítás	78
1.12.8	Bontás.....	78
1.12.9	Gerinchasítás	79
1.12.10	Állatorvosi vizsgálat	79
1.12.11	Minősítés, mérés.....	79
1.13	Ellenőrző kérdések	79
2.	A HÚSOK FELDOLGOZÁSA.....	80
2.1	A húsfeldolgozó üzembe bekerülő alapanyagok csoportosítása	80
2.2	A húsipari nyersanyagok csoportosítása technológiai cél szerint	80
2.3	A húsipari nyersanyagok csoportosítása hőállapot szerint	81
2.4	A húsok konyhatechnikai felosztása.....	82
2.4.1	Marhahúsok konyhatechnikai felosztása.....	82
2.4.2	Sertéshúsok konyhatechnikai felosztása	82
2.4.3	Zsiradékok.....	82
2.4.4	Egyéb anyagok	83
2.5	A húskészítményekhez felhasználható jelleg- és ízki alakító anyagok	83
2.6	A húsfeldolgozás műveletei.....	84
2.6.1	Aprítás	84
2.6.2	Kockázás	84
2.6.3	Darálás.....	85
2.6.4	Kuterezés.....	86
2.6.5	Keverés.....	90
2.6.6	Sók és fűszerek adagolása	92
2.6.7	Töltés-Formázás-burkolás	93
2.6.8	Sózás és pácolás	94
2.6.9	Füstölés.....	96

2.7	Ellenőrző kérdések	98
3.	A HÚSOK HŰTÉSE ÉS HŐKEZELÉSE.....	98
3.1	Hűtési módok.....	99
3.1.1	A hagyományos (lassú) hűtés.....	99
3.1.2	Gyors hűtés.....	100
3.2	A hús hűtése közben lejátszódó változások.....	101
3.3	Hűtött termékek tárolása.....	103
3.4	Hűtés alatti elváltozások.....	104
3.5	A hús fagyasztása	104
3.5.1	A fagyasztás célja, definíciója.....	104
3.5.2	A fagyasztás gyakorlati kivitelezése	104
3.5.3	A fagyasztás mikrobiológiai aspektusai	106
3.6	Hűtőtárolás.....	107
3.7	Felengedtetés	108
3.7.1	Felengedtetés meleg levegőben.....	109
3.7.2	Vízgőzzel telített forró levegővel történő felengedtetés.....	109
3.8	A hústermékek hőkezelése	109
3.9	Érlelési műveletek	113
3.10	Ellenőrző kérdések	114
	Felhasznált irodalom	115

A tananyag az EFOP-3.5.1-16-2017-00004 pályázat támogatásával készült.



TEJIPARI ISMERETEK

című tananyag

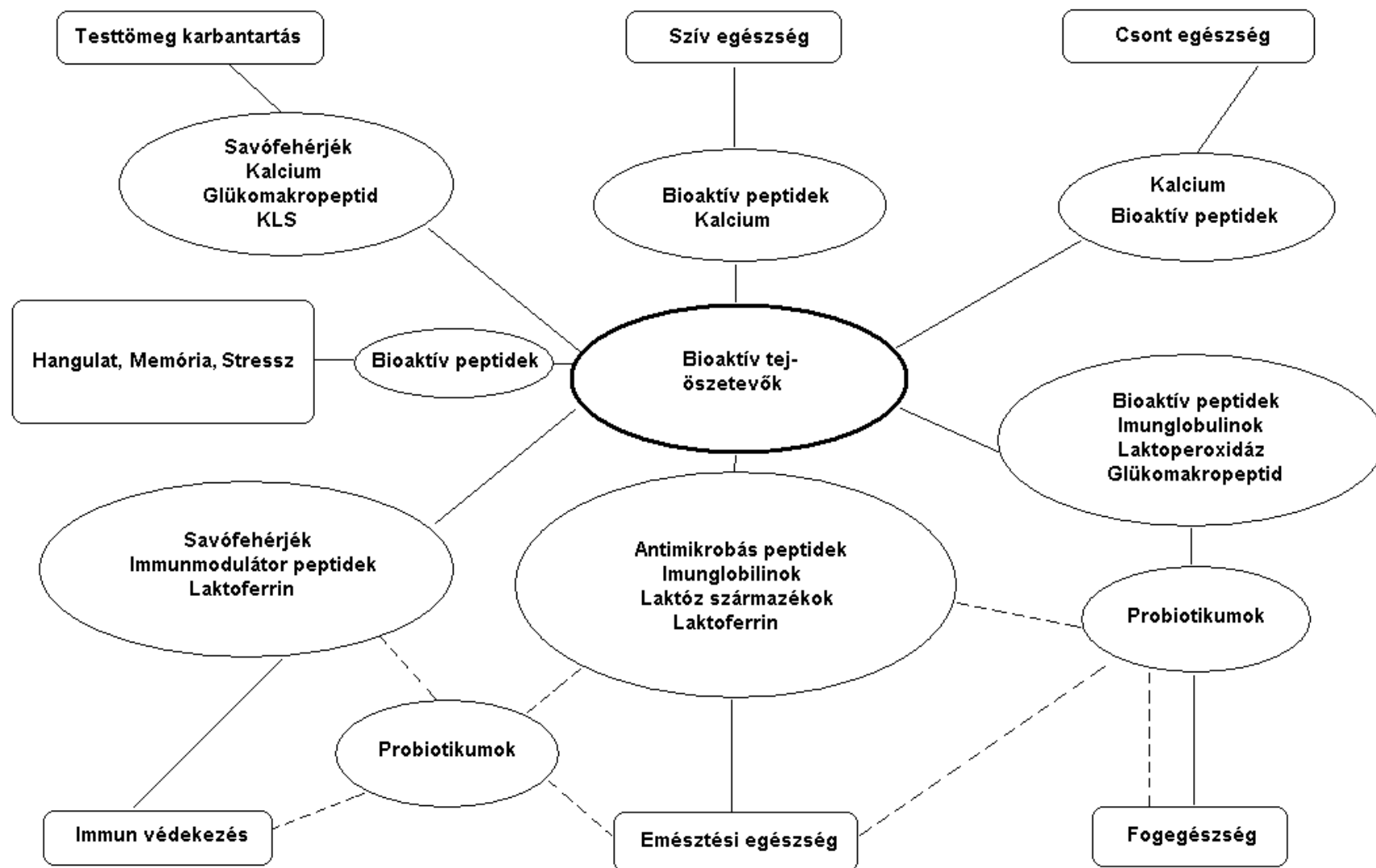
1. BIOAKTÍV KOMPONENSEK A TEJEN ÉS TEJTERMÉKEKBEN

Ebben a fejezetben azokat az ismereteket tekintjük át, amelyek alátámasztják a tej és tejtermékek fogyasztásának különösen érdekes, előnyös, a BSc. témakörben eddig nem tárgyalt élettani hatásait. Természetesen a szakirodalomban találhatunk olyan publikációkat is (kevesebbet), amelyek a tej fogyasztásának káros hatásairól számolnak be. Mivel magam erősebbnek, fontosabbnak tartom a jó hatásokat, ebben a fejezetben inkább ezt a területet tekintem át.

A tehéntejet és kolosztrumot úgy vesszük figyelembe, mint a bioaktív összetevők legfontosabb forrásait. Az elmúlt 20 évben a fő előnyök a helyükre kerültek tekintettel a tudomány, a technológia eredményeire és a bioaktív komponensek gyakorlati alkalmazásai természetszerűleg megjelennek a tehéntejben, kolosztrumban, ill. az ezekből készülő termékekben.

A bioaktív összetevők kifejezés magába foglalja a speciális hatású fehérjéket, fehérjeshármazékokat, lipideket és szénhidrátokat. Kromatográfiás és membrántechnikai szétválasztási műveleteket fejlesztettek ki ipari méretekben is, az ilyen, kolosztrumban, tejben és sajtsavóban lévő összetevők sokaságának elválasztására és tisztítására. A bioaktív tejösszetevők elválasztása és marketingje egy új, haszonnal kecsegtető szektort és lehetőséget hozott létre a tejipar és a főként az erre specializálódott bio-üzemek képében. Napjainkban már sok bioaktív összetevő jelenlétét és hatását aknázzák ki mind tejipari, mind más iparági élelmiszerekben, valamint gyógyszerekben, gyógyhatású készítményekben. A tejipar vezető szerepet ért el a funkcionális élelmiszerek fejlesztésében és már olyan termékek kereskedelmi fellendülését idézte elő, amelyek hatnak az immunrendszerre, megelőzik a vérnyomás emelkedését, küzdenek a gyomor-, bélrendszeri fertőzésekkel, segítenek a testsúly korában tartásában és megelőzik a csontritkulást.

Egyre növekvő bizonyossággal állítható az is, hogy egyes tej eredetű összetevők hatásosak olyan metabolikus szindrómák rizikójának csökkentésében, amelyek különböző krónikus betegségekhez vezethetnek, mint pl. a szív-, érrendszerei betegségek és a diabetes (cukorbetegség). Az 1. ábrán tájékozódhatunk ezekről az összetevőkről és az ember egészségére gyakorolt hatásaikról.



1. ábra Bioaktív tejösszetevők és lehetséges egészség támogató hatásaik

1.1 A tejsír daganat ellenes hatása

Számos tanulmány szerint a tejtermékek fogyasztása csökkenheti bizonyos rákbetegségek kialakulásának az esélyét. A tej több komponensének tulajdonítanak antikarcinogén hatást: a tejfehérjéknek (McIntosh és munkatársai, 1995), a tejsav baktériumoknak (Goldin és munkatársai, 1996), a kalciumnak (Lipkin és Newmark, 1992) valamint a tejsír több alkotóelemének (konjugált linolsavak, szfingomielinek, vajsav, éter-lipidek) (Parodi, 1997).

Néhány kísérletben az állatok takarmányában a tejsírt vagy a vajat izokalorikusan növényi olajokkal, vagy margarinokkal helyettesítették. Carroll és Khor (1971) úgy találták, hogy bármely zsiradék etetése esetében magas volt a daganatos esetek száma (az állatok magas %-ában alakult ki daganat), ha a takarmány zsírtartalma 20% volt. Továbbá, a növényi olajban gazdagított takarmánnyal ellátott csoport esetében, a DMBA-val kiváltott patkány emlő adenokarcinómás esetek száma magasabb volt, mint a vaját, vagy az egyéb telített zsiradékot fogyasztó csoportok esetében. Egy másik kísérletben nőstény Sprague-Dawley patkányoknak 1,2-dimetilhidrazint (DMH), és DMBA-t adtak be, hogy colon-, és emlődaganatok keletkezését idézzék elő. A patkányok alaptakarmánya 15g/100g vaját (B), vagy 15g/100g kukorica olajat (C) tartalmazott, fölözött tejpórral (M), vagy kazeinnel és szacharózzal (S) kombinálva. A négy kezelés (MB, MC, SB, SC) esetében a colon daganatos állatok aránya 46, 83, 46, és 78% volt (Klurfeld és munkatársai, 1983a). Klurfeld és munkatársai (1983b) a fenti diétákkal az elválasztástól kezdve etették a patkányokat, a DMBA-indukált emlődaganatos esetek aránya 20% volt az MB, 58% az MC, 26% az SB és 56% az SC diéta esetében. Mikor ezeket a takarmányokat csak a rákkeltő anyag beadása után kezdték el adagolni a patkányoknak, a daganatok előfordulási aránya magasabb volt (56; 70; 70; 100%). Yanagi és munkatársai (1989) négy különböző táppal etettek nőstény egereket, az elválasztás után. Az alap tápot 20% vajjal, vagy margarinnal (64g linolsav/100g zsírsav), vagy pórsáfrány-olajjal gazdagították. A főként adenokarcinómás spontán emlőrák kialakulásának mértéke kisebb volt a vajjal etetett csoportban (21%), mint a margarinnal (43%) és a pórsáfrány-olajjal (44%) táplált csoportban. Hasonló takarmányokat adtak nőstény patkányoknak, egy héttel a rákkeltő anyag (DMBA) beadása előtt. A mellrák előfordulásának gyakorisága a következő volt: az alaptáp esetében (mely csak 4,9% zsírt tartalmazott) 44%; a vaj hozzáadásánál 36%; a margarin hozzáadásánál 63%, és a pórsáfrány-olaj hozzáadásánál 46%. Hogy eldöntsék, ténylegesen a tejsír okozta-e a vaj emlőrák kifejlődését gátló hatását, Yanagi és munkatársai (1992) az előző kísérletükhöz hasonló körülmények között, patkányokkal a következő tápokot etették: alaptáp (4,6% zsír); alaptáp és teljes tejpórral (8,9% zsír) kiegészítés; fölözött tej (3,9% zsír) kiegészítés; tejszín (20,8% zsír) kiegészítés. Ebben az esetben a magas tejsír tartalmú tejszínes tápot fogyasztó

csoportban nem volt nagyobb a rákos esetek száma (42,3%), mint az alaptápot fogyasztó csoportban (szintén 42,3%). A teljes tejport és a fölözött tejet fogyasztó csoportokban magasabb volt a rák előfordulási aránya (60%, illetve 52%), mint az előző csoportokban. Yanagi és munkatársai (1994) patkányok alaptápját egy magasabb (20%) és egy alacsonyabb szinten margarinnal egészítették ki. Az emlőrákos esetek aránya a kontroll csoportban 40%, a kevesebb margarint fogyasztó csoportban 70%, a több margarint fogyasztó csoportban pedig 80% volt. Mikor a táphoz 20% margarin mellett 20% vajat is adtak, a rákos esetek aránya 70% körül alakult, azonban az összes kialakult daganatok száma, az átlagos daganatszám, és a daganatok átmérője jelentősen kisebb volt a csak margarint fogyasztó csoporthoz képest. Cope és Reeve (1994) kísérletében a szőrtelen egerek hajlamosabbak voltak az ultraviola (UV) fény, és az UV/DMBA kombinált hatásával kiváltott fotokarcinózisra, abban az esetben, ha sokszorosán telítetlen zsírsavakat tartalmazó margarínokat és napraforgó olajat fogyasztottak, mint ha vajat tartalmazott a tápjuk.

1.2 Különleges bioaktív lipid – Konjugált linolsav (KLS) (A KLS-val kapcsolatos információk Csapó János professzor és munkatársainak munkája alapján kerülnek közlésre.)

A tehéntej zsírja 400, különböző kémiai összetételű zsírsavból áll. A legtöbb zsírsav a glicerinnel észtert képez és a tejben leginkább trigliceridek formájában van jelen.

Legkiemelkedőbb tulajdonságú bioaktív képviselője a konjugált linolsav (KLS, vagy CLA) Meghatározása: A konjugált linolsav megnevezés azon linolsav-izomerek (szerkezeti és geometriai izomerek) gyűjtőneve, melyek a linolsavval szemben nem izolált, hanem konjugált helyzetben tartalmaznak két kettős kötést. A kettős kötések többnyire a 9, 11 helyzetben, vagy a 10, 12 helyzetben találhatók (Ha és mtsai., 1987), de egyéb pozíciókban, úgymint 8, 11; vagy 11, 13 is előfordulhatnak (Christie és mtsai., 1997). Mindkét kettős kötés lehet vagy cisz, vagy transz konfigurációjú.

1.2.1 A nyerstej KLS tartalma

A tejszírsírban a KLS izomerek közül a c9,t11-KLS a teljes KLS-tartalom több mint 80%-t teszi ki (Chin és mtsai, 1992; Parodi, 1994; Fritsche és Steinhart, 1998). A nyerstej KLS szintje nagy szórást mutat. A tejszír KLS-tartalmát több országban vizsgálták, és az értékek 0,2-2gKLS/100g tejszír tartományba tartoztak, ahogy Jiang (1998) összefoglaló munkájában bemutatja. Ezekkel az eredményekkel Jiang és mtsai, (1996) Svédországban végzett mérési eredményei is összhangban vannak (0,25-1,77gKLS/100g zsír). Lin és munkatársai (1995) a

c9,t11-KLS izomer minimum szintjét nyerstejben 0,45g/100g zsír értékben határozták meg. Precht és Molquentin (2000) 14 EU országból származó, összesen 2110 darab tejmintát vizsgáltak meg, a c9,t11-KLS átlaga a tejszírbán 0,76g/100g volt, a mért értékek a 0,13-1,89g/100g között váltakoztak. A minták transz-C18:1, transz-C18:2, és teljes transz-zsírsav tartalma átlagosan 3,67g (1,29-7,17g/100g zsír); 1,12g (0,30-2,04g/100g zsír); és 4,92g (1,71-8,70g/100g zsír) volt.

1.2.2 Tejtermékek KLS tartalma

A tejtermékek KLS tartalma egy svédországi felmérés (Jiang és mtsai, 1998) szerint 0,46-0,71g/100g zsír értékek között volt. Hasonló értékeket kaptak az USA-ban is (0,36-0,70g KLS/100g zsír) (Ha és mtsai, 1989, Chin és mtsai, 1992, Lin és mtsai, 1995, Shanta és mtsai, 1992, 1995). Németországban a tejtermékek zsírjában a zsírsavak 0,40-1,70%-át azonosították konjugált linolsavnak (Fritsche és Steinhart, 1998). A sajt KLS tartalmát több szerző magasabbnak találta, mint a többi tejtermék KLS szintjét (Ha és mtsai, 1989).

Fritsche és Steinhart (1998) a pasztörözött tej zsírjának KLS tartalmát 0,98g/100g értéknek mérték. Szintén ők a sűrített tej (0,63g/100g zsír) KLS tartalmát hasonlóan találták, mint Chin és munkatársai (1992), akik 0,7g/100g értéket mértek a sűrített tejben, és 0,55g/100g zsír értéket a homogénezett tej esetében. Fritsche és Steinhart (1998) nagy szórást tapasztalt a joghurtok ($0,69 \pm 0,30$ g/100g zsír) és a sajtok ($0,84 \pm 0,38$ g/100g zsír) KLS tartalmában. Chin és munkatársai (1992) 0,48g/100g KLS-t mértek joghurtok zsírjában. Lin és munkatársai (1995) joghurt esetében 0,38g KLS/100g értéket kaptak.

Jiang és munkatársai a Svédországban kapható tejtermékeket vizsgálva megállapították, hogy a különféle joghurtok, a vaj, a tejszínhab, és a tejföl KLS tartalma 0,45-0,62 g/100g zsír értékek között változott. Nem tapasztaltak jelentős eltérést egyik fent említett termék esetében sem. A teljes és a csökkentett zsírtartalmú joghurtok zsírjának KLS tartalma sem különbözött jelentősen egymástól. Négy és tíz hónap közötti érlelési idejű sajtok 0,50-0,71 g/100g zsír KLS-t tartalmaztak. A legmagasabb KLS tartalmú tejtermék a grevé sajt volt (0,71 g/100g zsír). A KLS tartalom szóródása a tejtermékek esetében kisebb volt, mint amit ugyanezen szerzők a nyerstej esetében mértek (Jiang és mtsai., 1996).

Fogerty és munkatársai (1988) két ausztrál vaj KLS tartalmát határozták meg: 0,94 illetve 1,19gKLS/100g zsír értékeket kaptak. Chin és munkatársai (1992b) 14-féle tejtermék vizsgálatát végezték el, melyeknek KLS tartalma 0,06gKLS/100g zsír (nem zsíros fagyasztott tejdesszert) és 0,7gKLS/100g zsír (sűrített tej) között változott. Szintén ők 13-féle sajt esetében

0,29gKLS/100g zsír (romano) és 0,71gKLS/100g zsír („téglasajt”) közötti értékeket mértek. Négy ömlesztett sajt átlagosan 0,50g/100g KLS-t tartalmazott. A különböző ömlesztett sajtok közti eltérés nagyon csekély volt. A c9,t11-KLS izomer adta a tejtermékek teljes KLS tartalmának 90%-át. Ennek az egy KLS izomernek tulajdonítanak biológiai hatást (Ha és mtsai., 1990). Tejtermékekben ugyanerről az izomer arányról számol be Parodi (1977) is, míg Fritsche és Stwinhart (1998) szerint a biológiailag aktívnek vélt c9,t11-KLS izomer aránya 80%. Werner és munkatársai (1992) idős és fiatal sajtok zsírjában 0,51-0,54 g/100g zsír KLS szintet határoztak meg, és a KLS izomerek 82-88%-a c9,t11-KLS volt.

Ha és munkatársai (1989) nem ömlesztett, és ömlesztett sajtok KLS tartalmát vizsgálták. Az előbbiek esetében a két szélső érték 0,06g KLS/100g zsír (kék sajt), és 0,19 g KLS/100g zsír (parmezán) volt. Ezen értékek alacsonyabbak voltak, mint amit Chin és munkatársai (1992b), Jiang és munkatársai (1998), Fritsche és Steinhart (1998), Werner és munkatársai (1992) mértek sajtokban. Az ömlesztett sajtok, melyekhez savófehérje koncentrátumot is adtak a feldolgozás során, körülbelül négyszer annyi KLS-t tartalmaztak, mint a kezeletlen, nem ömlesztett sajtok (0,88 g/100g zsír v.ö. 0,19g/100g zsír). A hét azonosított KLS izomer közül a c9,t11-KLS csak 17,1%-át tette ki a teljes KLS tartalomnak. A legnagyobb mennyiségben a t9,t11-KLS és a t10,t12-KLS izomer fordult elő az ömlesztett sajtokban. Shanta és munkatársainak (1992) mérései szerint a kereskedelemben kapható ömlesztett sajtok KLS tartalma 0,32-0,89 gKLS/100g zsír értékek között volt. A c9,t11-KLS izomer a teljes KLS tartalom 39,7-67,9%-át tette ki ezekben a sajtokban. A KLS izomerek arányának pontos megállapításához megfelelő laboratóriumi módszerek szükségesek. Ugyanis az izomerek aránya a nem megfelelő mintaelőkészítés hatására is megváltozhat, mivel az egy vagy több cisz konfigurációjú kettős kötést tartalmazó izomerek sztereomutációval transz formájúvá alakulhatnak (Parodi, 1994).

1.2.3 A KLS mennyiségének növelési lehetőségei

Jelenlegi ismereteink alapján a kérődző állatok húsa és teje, s az ezekből készített termékek tartalmazzák a legtöbb konjugált linolsavat az élelmiszerekben (0,2-2 gKLS/100g zsír). Az egygyomrú állatok húzában mindössze tizedannyi KLS-t találtak, mint a kérődzők húzában (Fritsche és Steinhart, 1998). A halak és egyéb tengeri állatok KLS tartalmát még ennél is kevesebbnek mérték (Chin és munkatársai, 1992b; Fritsche és Steinhart, 1998). A kérődző állatok temékeiben található KLS részben a linolsavból jön létre, a bendőben zajló biológiai hidrogénezés folyamán, a *Butyrivibrio fibrisolvens* baktérium közreműködésével (Shorland, 1955, Kepler és mtsai, 1971); részben a transz-C18:1 zsírsavakból alakul ki a tejmirigyben zajló $\Delta 9$ -deszaturáz reakcióval (Griinari és Bauman, 1999; Griinari és mtsai., 2000). Egygyomrú

állatoknál, patkány esetében, szintén a szövetek KLS szintjének emelkedést tapasztalták a linolsav bevitel növelésének hatására (Chin és munkatársai, 1992a). Így nem zárható ki, hogy beleikben - bár kisebb mértékben, mint a kérődzők bendőjében - biológiai hidrogénezés megy végbe. A $\Delta 9$ -deszaturáz reakció révén is termelődhet KLS a patkányok májában (Pollard és munkatársai, 1980, Holman és Mahfouz, 1981). Az endogén KLS termelődés mellett, az egygyomrú állatok termékeinek KLS tartalmát jelentősen gyarapíthatja az állati eredetű takarmányokkal bevitt KLS is (Parodi, 1994).

A kérődzők esetében a tej KLS szintje jelentősen növelhető azáltal, hogy a biológiai hidrogénezési folyamatokba takarmányozással avatkoznak be. Az egyik lehetőség olyan takarmányok etetése, melyek sok többszörösen telítetlen zsírsavat tartalmaznak (Dhiman és mtsai., 2000; Donovan és mtsai., 2000; Bauman és mtsai., 2000). Ha a zsiradék szabad formában van jelen a takarmányban, vagy kötött forma esetében az olaj-hordozó szerkezete törékeny (Dhiman és mtsai., 2000), és/vagy a napi takarmányadagot kevés részletben kapják meg az állatok (Jiang és mtsai., 1996), akkor nagy mennyiségű, a baktériumok számára elérhető linolsav jut a bendőbe rövid idő alatt. A magas szubsztrát koncentráció hatására a biológiai hidrogénezés első két, nem sebesség-korlátozott reakciójának termékei (a $c9,t11$ -C18:2 és a $t11$ -C18:1) felhalmozódnak a bendőben, majd tovább haladnak a tápcsatornában, és felszívódásuk után az állat szervezetében mindenhova eljutnak (Christie, 1979). A másik lehetőség magasabb keményítő és alacsonyabb rost tartalmú takarmányok etetése, amely a végső hidrogénezési lépés sebességének lelassulását vonja maga után (Gerson és mtsai., 1985; Palmquist és Schanbacher, 1991). Azonban nyilvánvaló, hogy a takarmány zsírtartalmának növelése, és rosttartalmának csökkentése csak kismértékű lehet, azért, hogy egyéb káros élettani hatások ne jelentkezzenek. A halolaj KLS szintnövelő hatásának mechanizmusa még nem ismert (Donovan és mtsai., 2000). Megválaszolatlan az a kérdés is, hogy a tej KLS szintjét milyen mértékben befolyásolja a biológiai hidrogénezés, és milyen mértékben a $\Delta 9$ -deszaturáz reakció. Utóbbi folyamat egyik szubsztrátja (a transz-11-C18:1 zsírsav) azonos a biológiai hidrogénezés egyik köztes termékével. Így a $\Delta 9$ -deszaturáz reakció sebességét elvileg befolyásolhatja a biológiai hidrogénezésből származó és felszívódott transz-11-C18:1 zsírsavak mennyisége, a transz-11 zsírsavak vérbeli koncentrációján keresztül. A tejszír KLS tartalmának növelése megfelelő takarmányozással megvalósítható (Jiang és mtsai., 1996; Dhiman és mtsai., 2000; Donovan és mtsai., 2000; Bauman és mtsai., 2000). Azonban a tej KLS szintjének növekedése általában együtt jár a tej összetételének jelentős megváltozásával. A tej zsírtartalma, és fehérjetartalma csökkenhet; a zsírsavösszetételen belül a hosszú szénláncú zsírsavak szintje emelkedik, miközben a közepes szénláncú zsírsavak aránya csökken (Dhiman

és mtsai., 2000; Donovan és mtsai., 2000); és a transz-zsírsavak mennyisége megemelkedik (Jahreis és munkatársai, 1977; Jiang és mtsai., 1996; Precht és Molkentin, 2000; Lavillonnière és mtsai., 1998). Egy kutatócsoport felhívta arra is a figyelmet, hogy a tej megemelkedett KLS szintje csak átmeneti jelenség, a tej KLS tartalma az új takarmány bevezetése után néhány hét múlva csökkenésnek indulhat (Fritsche és Steinhart, 1998; Precht és Molkentin, 2000; Donovan és mtsai., 2000; Bauman és mtsai., 2000)

Több szerző sem talált kimutatható mennyiségű ($>0,01\%$) KLS-t a margarinokban és a növényi olajokban (Fogerty és munkatársai, 1988; Fritsche és Steinhart, 1998), míg mások ezzel szemben jelentős mennyiségről (0,02-2gKLS/100g olaj) számoltak be (Chin és munkatársai, 1992b, Ackman és munkatársai, 1981; Kayahan és Tekin, 1994; Mossoba és mtsai., 1991; Sptitzer és mtsai., 1991a; Sptitzer és mtsai., 1991b). A különbségek oka - a feltételezések szerint - a növényi olajok előállításánál alkalmazott eltérő feldolgozási technológia. Egyes feltételezések szerint a c9,t11-C18:2 KLS képződése az olajok részleges hidrogénezése alatt következhet be (Parodi, 1994; Fritsche és Steinhart, 1998).

A nyersanyagok élelmiszeripari feldolgozásának egyes lépései megnövelhetik a KLS szintet, például az ömlesztett sajt, vagy az indiai ghee gyártása során alkalmazott hőkezelés. A hőkezelés főként akkor járt jelentős KLS „termeléssel”, ha a termék fehérje tartalma magas volt (Ha és mtsai, 1989, Shanta és mtsai, 1992, 1995; Aneja és Murthi, 1991). Érdekes, hogy a húsok hőkezelése (sütése és főzése) nem változtatta meg jelentősen KLS szintet (Shantha és mtsai., 1995). Hús és zöldség alapú konzervételek KLS tartalma sem módosult jelentősen a gyártás során (Chin és munkatársai, 1992b). Úgy tűnik, hogy a csokoládék, sütemények, és kekszek KLS szintje sem a gyártási folyamatoktól, inkább a termék tejszír tartalmától függ (Fritsche és Steinhart, 1998). Logikusnak látszik az a feltevés, hogy erjesztéssel készített termékek esetében a termék KLS tartalma a fermentáció során is változhat, mivel egyes, sajtgyártásánál is alkalmazott *Propionibacterium* fajok képesek - mikrobiológiai tápközegekben - linolsavból KLS-t előállítani (Jiang és mtsai., 1998). A tényleges sajtgyártás során azonban nem találtak különbséget a *Propionibacterium*-okat tartalmazó, és az azokat nem tartalmazó sajtok KLS tartalma között (Jiang és mtsai., 1998). Bár egyes feltételezések szerint a sajtok KLS szintje emelkedhet az érlelés során (Ha és munkatársai, 1989), mások nem tapasztalták a félkésztermék KLS tartalmának jelentős változását a starterkultúrával való beoltást követő folyamatok (Jiang és mtsai., 1998; Werner és munkatársai, 1992), és az érlelés (Jiang és mtsai., 1998; Lin és munkatársai 1995; Werner és munkatársai, 1992) során. A sajtok KLS tartalma nem különbözött jelentősen a sajttej KLS tartalmától (Jiang és mtsai., 1998).

A késztermékek KLS szintjének növelése is megoldható. Ha a vajhoz szintetikus KLS-t adunk, a szabad zsírsavakat enzimes átészterezéssel be lehet juttatni a triacil-glicerol molekulákba (Garcia és mtsai., 2000). A vajból szuperkritikus fluid extrakcióval (SFE) KLS-ben gazdag frakciót lehet kinyerni (Romero és mtsai., 2000).

Az élelmiszerek KLS tartalmának növelése, amennyiben kívánatos, megvalósítható. A legegyszerűbbnek és legkisebb bizonytalansággal járó eljárásnak az látszik, ha a késztermékekhez szintetikus készítményeket adunk. Manapság azonban a fogyasztók előnyben részesítik a csak „természetes” komponenseket tartalmazó élelmiszereket a „mesterséges” adalékanyagokat tartalmazókkal szemben. Ha a tejtermékek nyersanyagául szolgáló tej KLS szintjét takarmányozással, „természetes” úton növeljük meg, az a tej összetevőinek megváltozását okozhatja, többek között a nem kívánatos transz-zsírsavak mennyisége is megnövekedhet a tejben. A sajtok KLS szintjének növelése KLS termelő starterkultúrákkal ígéretes lehetőségnek tűnik, de az eddig elvégzett kísérletek még nem jártak eredménnyel. Köztes megoldásként természetes eredetű, félszintetikus KLS alkalmazása is szóba jöhet, amelynek előállításáról és alkalmazásáról Salamon et al. (2012) számoltak be.

Állatkísérletek alapján bizonyítottnak látszik, hogy a takarmányhoz adagolt szintetikus KLS gátolja egyes sejtburjánzási folyamatok beindulását. A KLS gátolta a gyomor- (Ha és munkatársai, 1990, Benjamin és munkatársai, 1990), és a bőr rák kialakulását egerekben (Pariza és Hargraves, 1985, Ha és munkatársai 1987); a bélrák (Zu és Schut, 1992) és az emlőrák (Ip és munkatársai, 1991, Ip és munkatársai, 1994) kifejlődését patkányokban. Bár in vitro kísérletekben a KLS több emberi szövet esetében is jelentősen csökkentette a rákos sejtek proliferációját (Schultz és munkatársai, 1992, Schonberg és Krokan, 1995) nem tudjuk, hatása mennyiben módosul in vivo körülmények között. Az eddigi kutatások alapján megállapítható, hogy a KLS-nek a karcinogenezis folyamatára gyakorolt hatása nagyon összetett, és még teljességében nem ismert. Jelenleg még nem zárult le a KLS egyéb, lehetséges élettani hatásainak felderítésére sem. Az emberi szervezetben a kedvező élettani hatások kiváltásához szükséges napi KLS bevitel mennyisége sem ismert, csupán állatkísérleteken alapuló becslött értékeket ismerünk. Az ember KLS fogyasztása, és a rosszindulatú daganatos betegségek kialakulása közötti kapcsolat kimutatása nyilván nagy nehézségekbe ütközne, mivel a kísérletben résztvevő önkéntesek táplálkozási szokásait akár évtizedeken keresztül rögzíteni kellene, hogy a KLS bevitel összevethető legyen a betegségek kialakulásának mértékével.

A rákbetegségek kialakulását számtalan tényező befolyásolhatja (Parodi, 1997). A kísérletben résztvevő önkéntesek életmódjában és környezetében nagy eltérések lehetnek, szemben az azonos kísérleti körülmények között tartott állatokkal, s így a zavaró faktorok hatását csak nagy

nehézségek árán lehetne csökkenteni vagy kiküszöbölni. Mindezen nehézségek ellenére célszerű lenne, az állatkísérletek eredményeinek figyelembe vételével, kísérleteket folytatni a KLS emberre gyakorolt élettani hatásának megismerésére, és a rákellenes hatás igazolására, mielőtt a KLS tartalom növelését tűznénk ki célul az élelmiszerekben.

1.3 Más bioaktív lipidek

A KLS-en kívüli, igen érdekes és értékes lipidfrakció a tejsírban a *poláris lipidek* csoportja, amelyek elsősorban a zsírgolyócskák membránjában találhatók (MFGM). Ez egy komplex biológiai szerkezet, amely stabilizálja a zsírgolyócskákat a folytonos vizes fázisban és egyúttal védi azokat a lipáz általi lebontástól (Spitsberg 2005). A zsírgolyócska membrán kb. 60% fehérjét és 40 lipidet tartalmaz, amely utóbbi főként trigliceridekből, koleszterinből, foszfolipidekből és szfingomielid lipidekből áll. Tej poláris lipidtartalma 9,4-35,5 mg között változik 100 g tejben. A legfontosabb foszfolipid frakciói a foszfatidiletanolamin és a poszfatidilkolin, amelyeket a kisebb mennyiségben található foszfatidil-szerin és foszfatidil-inozitol egészít ki. A fő szfingomielid lipid frakció a szfingomielin és kisebb mennyiségben találhatók meg a ceramid és a gangliozidek (Jensen 2002). A tej termékekké való feldolgozás során a poláris lipidek általában vizes fázisban dúsulnak fel, mint pl. a soványtej, író, vajszerűm. A poláris lipidek technológiai és élettani hatásai iránt szintén növekvő az érdeklődés. Ezek az összetevők a sejtekben szerepet játszanak a membrán jelátbocsátó képességében és ezen keresztül a sejtek növekedésében, osztódásában, differenciálódásában és apoptózisában. Szintén szerepet játszanak az idegingerület átvitelben, valamint az öregedéshez köthető betegségek kialakulásában, mint a vérrögzépződés, immun-, és gyulladásos betegségek (Pettus et al. 2004). A szfingolipidek és származékaik különösen úgy ismertek, mint nagy bioaktivitású vegyületek, amelyek antikarcinogén, koleszterincsökkentő és antibakteriális hatást fejtenek ki (Romaut és Dewettink 2006). Más zsírsavak, mint a vajsav és származéka a butirát, az emlő-, és vastagbélrák kifejlődését gátló hatást mutatnak (Parodi 2003). Ezek az ígéretes, sejtkultúrás és állatkísérleti eredmények megerősítést igényelnek még humán klinikai kísérletekben de azt sugallják, hogy a szfingomielinben gazdag élelmiszerek és táplálék kiegészítők előnyösek lehetnek a mell-, és vastagbélrák és a bélhez köthető betegségek megelőzésében.

1.4 Bioaktív fehérjék

A tejfehérjék táplálkozási értéke széles körben ismert és sok országban a tejtermékek jelentősen hozzájárulnak a napi fehérjebevitelhez. A fő tejfehérjéket és azok fő multifunkcionális hatásait napjaikra már széles körben jellemezték

A tejfehérjék táplálkozási értéke széles körben ismert és sok országban a tejtermékek jelentősen hozzájárulnak a napi fehérjebevitelhez. A fő tejfehérjéket és azok fő multifunkcionális hatásait napjaikra már széles körűen jellemezték. Növekvő érdeklődés mutatkozik azonban a fehérjék biológiai tulajdonságok tekintetében mind ipari, mind kereskedelmi körökből. Egyre határozottabb az a törekvés, hogy a fő fehérjecsoportok, mint a kazein és savófehérjék sértetlen, ép fehérjemolekuláit in vivo körülmények között tanulmányozzák az élettani hatások pontos feltárására. A következő táblázatban a tej és kolosztrum fő bioaktív fehérjéinek egyes tulajdonságait mutatjuk be a felelt szakirodalmak alapján.

1. táblázat A tehéntejben és kolosztrumban található fő fehérjék jellemzése

Fehérje	Koncentráció (g/L)		Molekula tömeg Dalton	Biológiai aktivitás
	Kolosztr.	Tej		
Kazein (α_{s1} , α_{s2} , κ , β)	26	28	14.000-22.000	Ion-hordozó(Ca, PO_4 , Fe, Zn, Cu), prekuzora az immunserkentő bioaktív fehérjéknek, antikarcinogén
β -laktoglobulin	8,0	3,3	18.400	Vitaminhordozó, lehetséges antioxidáns, más bioaktív fehérjék prekuzora, zsírsav megkötő
α - laktalbumin	3,0	1,2	14.200	A laktóz-szintézis irányítója a tőgyben, Ca-hordozó, immunerősítő, más bioaktív fehérjék prekuzora, lehetséges antikarcinogén
Immunglobulinok	20-150	0,5-1,0	150.000-1.000.000	Speciális immunvédelem az antitesteken és a kiegészítő rendszeren keresztül, más bioaktív fehérjék lehetséges prekuzora
Glüko-makropeptidek	2,5	1,2	8.000	Antimikrobás hatású, trombózis megelőző, prebiotikus, emésztési hormonok szabályozása
Laktoferrin	1,5	0,1	80.000	Antimikrobás hatású, antioxidáns, antikarcinogán, gyulladáscsökkentő, vas-szállításban vesz részt, sejtnövekedés szabályzó, más bioaktív fehérjék prekuzora, immunerősítő, serkenti a csontépítő sejtek szaporodását

Az előző táblázat folytatása.

Fehérje	Koncentráció (g/L)		Molekula tömeg Dalton	Biológiai aktivitás
	Kolosztr.	Tej		
Laktoperoxidáz	0,02	0,03	78.000	Antimikrobás, szinergikus hatást fejt ki az immunglobulinok, a laktoferrin és a laktoperoxidáz között

Lizozim	0,0004	0,0004	14.000	Antimikrobás, szinergikus hatást fejt ki az immunglobulinok, a laktoferrin és a laktoperoxidáz között,
Szérum albumin	1,3	0,3	66.300	Bioaktív fehérjék elő-anyaga (prekurzora)
Tej alapfehérje	Na	Na	10.000-17.000	Serkenti a csontépítő sejtek szaporodását és elfojtja, csökkenti a csontfelszívódást
Növekedési faktorok	0,05-40,0 mg/L	0,001-2,0 mg/L	6.400-30.000	Serkentik a sejtnövekedést, bélsejteket védi és javítja, irányítják az immunrendszert

Több bioaktív savófehérje, nevezetesen az immunglobulinok, a laktoferrin, és a növekedési faktorok a kolosztrumban jóval nagyobb mennyiségben találhatóak, mint a tejben, ami alátámasztja, kiemeli ezek fontosságát az újszülött borjú egészségében. A tejfehérjék további hozzáadott élettani értékkel bírnak a számos bioaktív peptid miatt, amelyek az érintetlen fehérjékben találhatóak. Erről később még beszámolunk.

1.4.1 A fő tejfehérjék biológiai hatásai és alkalmazásuk

A kolosztrumban és tejben található fő fehérjék úgy ismertek, mint amelyek széles körű táplálkozási, techno-funkcionális és biológiai hatással rendelkeznek. Azon kívül, hogy az értékes aminosavak kiegyensúlyozott forrásai, a tej és tejtermékek érzékszervi és szerkezeti tulajdonságainak kialakításában is alapvető szerepet játszanak. Ezt a rövid összegző megállapítás a fő tejfehérjék ismert, megalapozott és lehetséges élettani funkcióiból ered, különös tekintettel a savófehérjékre és bioaktív peptidekre. A teljes natív kazein és az elektroforézissel szétválasztható kazein-frakciók igen különböző biológiai aktivitásokat mutatnak, mint pl. az immunerősítés, és a bioaktív peptidek nagy hatás-variációját biztosítja, beleértve a vérnyomáscsökkentést, mikrobaellenes, antioxidáns és fájdalomcsökkentő hatást (Bennett et al. 2005, Gauthier et al. 2006b).

Ezek a jelenlegi megállapítások azt sejtetik, hogy a kazein hidrolíziséből származó peptidek számos élelmiszeripari alkalmazás számára erős, funkcionális tulajdonságú anyagok forrását biztosíthatják. Például az olyan termékekben, mint az USA-ban ismert Calpis^R és Evolus^R nevű tejtermékek, amelyek kedvező élettani hatása a β -kazeinből és κ -kazeinből származó hipotenzív tripeptideken (valin-prolin-prolin, és izoleucin-prolin-prolin) alapul. Az egyre fontosabbnak tartott egészségügyi hatásoknak és a dokumentált klinikai vizsgálatok eredményeinek köszönhetően a tehéntej savófehérjéi iránt egyre növekszik az ipari, kereskedelmi érdeklődés (Krissansen 2007, Madureira et al. 2007). A teljes savófehérje-

komplex és egyes egyedi fehérjék a következő előnyös élettani hatásokkal, életfolyamatokkal hozhatók összefüggésbe:

- Szív-, és érrendszer egészsége (Yamamoto et al. 2003, Fitzgerald et al. 2004)
- Jólakottság és testtömeg kontrol (Shaafsma 2006b, Luhovyy et al. 2007)
- Testfelépítés, regeneráció, izomsorvadás megelőzése (Ha és Zemel 2003)
- Antikarcinogén hatás (Bounous 2000, Gill és Cross 2000)
- Sebállapot és gyógyulás (Smithers 2004)
- Mikrobiológia fertőzések, nyálkahártya gyulladás csökkentése (Korhonen és Marnila 2006)
- Hipoallergén csecsemőtáplálás (Crittenden és Bennett 2005)
- Egészséges öregedés (Smilowitz 2005)

Bár a felsorolt hatások közül több még csak erősen sejthető, közülük sok már független klinikai vizsgálatokban is igazolt. Most a vélhetően kedvező élettani hatású fő savófehérjéről és a kutatás során fellelt ipari, kereskedelmi alkalmazhatóságukról adunk áttekintést.

1.4.1.1 Immunglobulinok

Az immunglobulinok (Ig) az antitestek biológiai tulajdonságait hordozzák és jelen vannak minden tejtel adó faj kolosztrumában, hogy a passzív immunitás biztosításával megvédjék az újszülöttet a kórokozóktól. Különböző osztályokra oszthatók fiziko-kémiai szerkezetük és biológiai aktivitásuk szerint. A humán és tehén kolosztrumban a fő osztályok az IgG, IgM, és IgA. Az immunglobulinok alapvető szerkezete hasonló és két azonos rövid és két azonos hosszú láncból tevődik össze. A négy lánc diszulfid hidakkal kapcsolódik. A komplett alap immunglobulin Y alakot formáz, molekulatömege kb. 160 KD. A kolosztrum összes fehérjéjének kb. 70-80%-át teszik ki az immunglobulinok, míg a tej esetében ez csupán 1-2%-a az összes fehérjének. A kolosztrumban lévő immunglobulinok mikrobiológiai fertőzésekkel szembeni védelmében játszott szerepe jól dokumentált újszülött borjak esetében (Butler 1994). Állattenyésztési célú, kolosztrális Ig készítmények a kereskedelembe már kaphatók és piacuk, mint emberi fogyasztásra szánt táplálkozás-kiegészítők, egyre nő. Az immunglobulinok a sejt és nyirokrendszeri immunrendszerhez különböző részeihez kapcsolódnak. Képesek megakadályozni a mikrobák megtelepedését, gátolják a mikroba anyagcserét, csomóba tömörítik a baktériumokat, fokozzák a baktériumok fagocitózist, kiegészítő baktériumbontó reakciókkal pusztítják őket, és képesek számos mikroba és vírus toxin semlegesítésére.

A specifikus, patogén ellenes antitestek koncentrációja magasabb azon tehenek kolosztrumában, amelyeket a patogénekből vagy azok antitestjeiből készült vakcinákkal kezeltek (Korhonen et al. 2000). A bioszeparációban történt fejlődés lehetővé tette az antitestek frakcionálását, szétválasztását, dúsítását és ebből következően, „immun-tej” elnevezésű termékek előállítását. Ezek koncepciója az 1950-es évekre vetíthető vissza amikor Ptersen és Cambpell először javasolta a tehén kolsztrumának orális alkalmazását emberek passzív immunvédelmének segítésére, kialakítására. Az 1980-as évek óta számos tanulmány bizonyította, hogy az ilyen kolosztrum készítmények eredményesek a különböző patogénekkal való fertőzés megelőzésében, mint pl. *E. coli*, *C. albicans*, *Cl. difficile*, *Sh. Flexneri*, *Str. Mutans*, *Cry. Parvum*, *Helicobacter pylori*, az ember számára is. A terápiás hatásosság, azaz a gyógyító célú felhasználás meglévő fertőzés esetén, azonban még kevésbé bizonyított. Néhány ilyen termék néhány országban tehát már megtalálható a kereskedelemben, de az ezzel kapcsolatos világos szabályozás hiánya sok országban, a globális elterjedés gátjaként jelentkezik (Hoerr és Botswick 2002, Mehra et al. 2006). Az antibiotikum rezisztens mikrobatorzsek okozta, nehezen kezelhető kórházi fertőzések globális növekedésének problémája szempontjából ezeknek az immun-tejtermékeknek a fejlesztése igen érdekes és nagy kihívás a fertőzések elleni harcban a jövő kutatásai, kutatói számára.

1.4.1.2 α -laktalbumin

Az α -laktalbumin az egyik meghatározó savófehérje az anyatejben, de a tehéntej savóban is kb. a fehérjék 20%-át teszi ki. Az α -laktalbumin tejes egészében a tőgy szövetében szintetizálódik ahol koenzimként játszik szerepet a tejcukor bioszintézisében. Egészségre gyakorolt előnyeit régóta vizsgálják, de jelen kutatások azt sejtetik, hogy az egész érintetlen molekula, a részben hidrolizált fehérjéből származó peptidek és a teljesen elbontott fehérje aminosavai is újabb előnyös hatásokat hordoznak. Az α -laktalbumin jó forrása az esszenciális aminosavaknak, különösen a triptofánnak és a ciszteinek, amelyek prekursorai a szerotoninnak és a glutationnak is. Arra lehet gondolni ebből, hogy az α -laktalbumin szájon át adása növelheti a stressztűrő képességet (Chatterton et al. 2006).

Egy stressz-érzékenyeket vizsgáló klinikai tanulmány azt mutatta, hogy α -laktalbuminban gazdag étrend kedvezően hatott a stressz csökkentésben és a stressz általi rossz hangulatban szerepet játszó biomarkerekre (Markus et al. 2000). Egy későbbi tanulmányban azt figyelték meg, hogy kedvezően hatott a stresszben szenvedők kognitív képességére a triptofán és szerotonin agyban mért mennyiségének növekedése miatt. Más klinikai kísérletben azt

tapasztalták, hogy napi 40 g α -laktalbumin bevitelkor egészséges nőkben nőtt a plazma triptofán szintje, és annak aránya semleges aminosavakban, ugyanakkor ez nem befolyásolta az érzelmi folyamatokat, az érzelmek feldolgozását. Állatkísérletek lapján azt is ki lehet jelteni, hogy az α -laktalbumin védőhatással bír a nyálkahártya sérüléseink esetén. Ez a védőhatás a tipikus fekélymegelőző szerekével gyakorlatilag azonos volt.

A tehéntej α -laktalbuminjának hidrolizátumai, azok származékai és ezek speciális peptidjei olyan biológiai aktivitásokkal kapcsolhatók össze, mint a magas vérnyomás megelőzése, mikrobaellenes hatás, daganatellenes hatás, immunerősítés, fájdalomcsillapítás, és egyesek prebiotikumként is hasznosíthatók. Az emberi és a tehéntej α -laktalbuminja aminosav-összetételének nagy hasonlósága miatt azt jól felhasználható csecsemő és gyermek tápszerekben. Néhány, α -laktalbumin-ban dúsított készítmény is megtalálható már a kereskedelemben.

1.4.1.3 β -laktoglobulin

A β -laktoglobulin a fő savófehérje a tehéntejben, a savó összes fehérjéjének mintegy 50%-át teszi ki, ám az anyatejben nem található meg. Számos eltérő funkcionális és táplálkozási jellemzővel bír amelyek ezt a fehérjefrakciót multifunkcionális adalékanyaggá tették számos élelmiszeripari és biotechnológiai alkalmazásban. Továbbá, bizonyítottan kiváló forrása a széles körű biológiai aktivitással rendelkező peptideknek, amelyek az α -laktalbumin és származékaihoz hasonlóan jótékonyak a magas vérnyomás megelőzésében, mikrobaellenesek, daganatellenesek, immunerősítők, fájdalomcsillapításban használhatók, valamint koleszterinszint csökkentők és egyéb metabolikus hatásuk is lehet. Különösen érdekes a β -laktozin B (Ala-Leu-Pro-Met; f(142-145)) amely peptid szájon át adva szignifikáns vérnyomáscsökkentő hatást mutatott patkánykísérletekben. Ugyancsak patkánykísérletekben bizonyították az egyébként fájdalomcsökkentő β -laktorfin (Tir-Leu-Leu-Phe; f(102.105)) artériákra gyakorolt kedvező hatását. A β -laktoglobulinból származó peptidek, mostani ismereteink szerint, további értékes biológiai tulajdonságokkal bírnak, de ezeket a megfigyelt pozitív élettani hatások megerősítést igényelnek további kísérletekkel. Ezt erősíti meg a legújabb eredmények is, mint Roufik et al. (2006) akik beszámoltak arról, hogy egy, a β -laktoglobulinból származó, ACE gátló hatású peptid a humán szérummal történő in vitro inkubáláskor gyorsan lebomlott és orális bevitel után nem volt megtalálható az emberi vérérszékben.

1.4.1.4 Laktoferrin

A laktoferrin egy vaskötéseket tartalmazó glükoprotein amely nemcsak a tejben és kolosztrumban, de az emlősök más kiválasztott nedveiben és pl. a tőgy sejtjeiben is megtalálható. Fontos, a gazdaszervezetet védő anyagnak tekintik és számos, már az előbbieken említett biológiai hatást tulajdonítanak neki. Továbbá néhány antimikrobás peptid, mint a laktoferricin B (f18-36) és a laktoferrampin (f268-284) a laktoferrinnek a pepszin általi bontásakor keletkezik, mint bomlástermék. A laktoferrin úgy ismert, mint amely fontos szerepet játszik a szervezet belső, a mikrobás fertőzésekkel szembeni védekező mechanizmusában és a degeneratív folyamatokat kiváltó anyagokkal szemben, mint pl. a szabad oxigén gyök. Biológiai hatásait az 1960-as években történt felfedezése óta tanulmányozzák. Eleinte csupán mikrobaellenes hatását hangsúlyozták ám napjainkban már multifunkcionális hatása jól bizonyított tény.

A laktoferrin és származékainak antimikrobás hatása főként három mechanizmushoz köthető:

1. a vas megkötése a szubsztrátumokból a baktériumok növekedésének gátlásához vezet
2. A laktoferrin mikroba membránhoz, különösen a Gram negatív baktériumok lipopoliszacharidjaihoz való közvetlen kötődése végzetes szerkezetváltozáshoz vezet és a reprodukciót gátolja
3. a mikrobák epitéliás sejtekhez és enterocitákhoz való kötődését megakadályozza.

A laktoferrin mikroba-gátló hatása a lizozim és az antitestek akcióival megnövelhető. A LF a baktériumok az olyan antibiotikumokkal szembeni érzékenységét is megnöveli, mint a penicillin, vankomicin, kefalosporinok. A LF és származékainak in vitro antimikrobás aktivitása a patogén mikrobák széles körében bizonyított, mint az enteropatogén *E. coli*, *Cl. perfringens*, *Candida albicans*, *Haemophilus influenzae*, *H. pylori*, *Lis. Monocytogenes*, *Ps. Aeruginosa*, *S. typhimurium*, *S. enteridis*, *Staph. Aureus*, *Str. Mutans*, *Vibrio colerae* baktériumok, és a hepatitis C, G, vírus, HIV-1, cytomegavírus, poliovírus, rotavírus, herpes simplex vírus. Az utóbbi évtizedben a LF daganatellenes hatását intenzíven kutatják és több mechanizmust, következményt is felismertek, mint pl. a vas-keláthoz köthető antioxidáns tulajdonság vagy az immunszabályozási hatás és a gyulladáscsökkentő hatás. In vitro kísérletekben szabályozási funkciót mutatott a celluláris és a kiválasztási immunrendszerben is: a/ limfociták sokszorozásával és stimulálásával, b/ neutrophilek, makrofágok, monociták, természetes ölősejtek aktiválásával, c/ a citokin és nitrogén-oxid termelés serkentésével és végül d/ a belső és perifériás immunrendszer stimulálásával.

Az elmúlt két évtizedben sok állat és humán kísérletben nyilvánvalóvá vált, hogy a LF szájon át adása néhány előnyös hatást gyakorol az ember és az állatok egészségi állapotára. Egér és patkánykísérletekben bemutatták, hogy a LF és több származéka elnyomja a szokásos bélből izolálható baktériumok, mint *E. coli*, *Cl. törzsek*, *Streptokokkusok*, működést és szétszóródását, de nincsenek hatással a bélbarát bifidobaktériumokra. A LF és a laktoferricin ugyancsak csökkentette *H. pylori*, *Toxoplasma gondii* a candidiázis fertőzés mértékét és az influenza klinikai tüneteit. Ugyancsak megfigyelték, hogy javították az étrendi státuszt, étvágyat vashiány, gyógyszer okozta gyulladás, vastagbélgyulladás és köszvény esetében, valamint csökkentették az endotoxikus sokk halálozási arányát állatkísérletekben. Az állattenyésztésben is hasznos, mivel javította a korai elválasztású borjak testtömeggyarapodását. Egy friss tanulmányban bemutatták, hogy orálisan alkalmazva a LF javítja a csontsejtek aktivitását és a csontfejlődést. További állatkísérletekben mutattak rá a LF etetés előnyös hatására a karcinogén anyagok által gerjesztett daganatok gátlásában a vastagbélben nyelőcsőben, tüdőben, húgyhólyagban és májban. LF-el kiegészített táplálású csecsemőknél egy klinikai vizsgálatban azt tapasztalták, hogy a a székletben megnőtt a bifidobaktériumok száma, ugyanakkor ezzel párhuzamosan az *Enterobacteriaceae*, a *Streptokokusz* és *Klostridium*-szám lényegesen csökkent. Egy másik, 2007-es klinikai vizsgálat azt mutatta, hogy egészséges csecsemők táplálkozásának 12 hónapig tartó LF kiegészítése összefüggésben volt a kevesebb légzőszervi megbetegedéssel és a magasabb hematokrit szinttel a kontrol csoporthoz képest, amelyben egy hivatalos bejáratott tápot ettek a csecsemők.

Más humán kísérletek azt mutatják, hogy a LF lényegesen növeli a *H. pylori* okozta gyomorhurut gyógyulásának arányát, a kórokozó kiirtását a beadással kapcsolt hármas terápiában. A LF adagolás ugyancsak csökkenti a bakteriális fertőzések megjelenésének kockázatát illetve a fertőzés heveségét neutropeniás betegek esetében. Mások szerint, a LF adagolás enyhíti a hepatitisz C fertőzés tüneteit és csökkenti a vékonybél permeabilitását gyógyszer okozta bélsérülés esetén. Újabb kutatások szerint (Zimeczi és Kruzel 2007) a LF adagolás előnyös lehet stressz kiváltott neurodegeneratív rendellenesség esetén és a gyakori daganatok kezelésében.

Fenti, hosszasan sorolt indokok miatt látványos keresletnövekedés tapasztalható a LF-re vonatkozóan és napjainkban már számos LF dúsított termék kapható a kereskedelemben, első sorban az ázsiai országokban. A világon szerte sokan gyártanak laktoferrint ipari méretben és az jósolható, hogy mint adalékanyag, egyre inkább használatba kerül, és adagolásával intenzíven növekvő mennyiségű funkcionális élelmiszer és gyógykészítmény fog készülni. A jelenlegi alkalmazások még viszonylag szűk területre korlátozódnak, mint pl. a Japánban,

Tajvanban, Dél-Koreában és Kínában kapható joghurt vagy a csecsemőtápszerek LF-el. A laktoferrint kombinálva, táplálék-kiegészítőkben is alkalmazzák, mint pl. a Laktoferrin készítmény, kolszotrum (por formában) vagy probiotikum készítmények. A laktoferrin szinergista hatása miatt (pl. lizozimmal, laktoperoxidázzal) más termékekben is megtalálható, mint pl. fogpaszták, szájöblítők, hidratáló gélek, és rágógumik.

1.4.1.5 Laktoperoxidáz

A laktoperoxidáz egy speciális glükoprotein, amely természetes formájában az anya-, tehéntejben és kolosztrumában de más állatok tejében és más kiválasztott anyagaiban is megtalálható. A legnagyobb mennyiségben megtalálható enzim a tejben és a savóból is jelentős mennyiségben visszanyerhető különböző kromatográfián alapuló eljárásokkal. A laktoperoxidáz enzim a thiocianát ion és néhány halogenid peroxidációját katalizálja hidrogén-peroxid forrás jelenlétében miközben rövid életű oxidációs thiocianid-termékeket (SCN-) képez, elsősorban hypothiocianidokat (OSCN-), amelyek számos mikrobaféleséget elpusztítanak, vagy szaporodásukat gátolják. A hypothiocianid (OSCN-) anion a mikrobaenzimek és egyéb membránfehérjék sulfhidril (SH) csoportjainak oxidációját idézi elő ami közvetve, az erre érzékeny mikrobák köztes gátlását vagy elpusztítását eredményezi. A komplett antimikrobás laktoperoxidáz-SCN-H₂O₂ rendszert először 1976-ban mutatták ki, és azonosították tejben. Napjainkban már úgy azonosítják, mint egy természetes, saját gazdarendszert védő rendszert az emlőállatokban. Friss tanulmányokban arra mutattak rá, hogy a laktoperoxidáz jelenléte a légúti nyálkahártyában szerepet játszik a mikrobák okozta légúti fertőzést leküzdésében. In vitro tanulmányokban a LP jelentős aktivitást mutatott a mikroorganizmusok széles táborával szemben, mint mikrobák, vírusok, penészgombák, élesztőgombák, és protozoák. Ismert, hogy a laktoperoxidáz rendszer baktericid hatással bír a Gramnegatív patogénekkel és fertőző baktériumokkal szemben, mint az E. coli, Salmonella fajok, Pseudomonas fajok, és Campilobacter fajok. Másrészt a LP rendszer bakteriosztatikus sok Gram pozitív baktériummal szemben, mint a Listeria fajok, Staphylococcus fajok és Streptococcus fajok. Ez a mechanizmus szintén gátlást mutat a Candida fajok és a Plasmodium falciparum esetében, valamint in vitro inaktivátor hatást mutat a HIV 1 és a polio vírussal szemben. A fertőző és patogén mikrobák ellen mutatott széles antimikrobás spektruma miatt a LP rendszert intenzíven kutatták, különböző lehetséges alkalmazások fejlesztése érdekében. Az Lp rendszer úgy ismert, mint egy természetes módszer a nyerstej tartósítására, mivel a tejben minden egyes összetevő megtalálható, ami szerepet játszik annak működésében. A thiocianát és a H₂O₂ természetes koncentrációja a tejben kritikus tényező lehet (a funkció szempontjából),

ezért a rendszer általában valamiféle aktiválást igényel, akár e két komponens valamilyen forrásának az adagolásával.

Az aktivált LP rendszer hatásosságát világszerte számos kisebb tanulmányban és független kísérletekben is bizonyították és alkalmazása 1991 óta a Codex Alimentarius Bizottság által elfogadott tejtartósítási eljárás. A módszert jelenleg kezdik alkalmazni a gyakorlatban számos olyan országban, ahol a tej hűtésének megfelelő körülményei, berendezései nem biztosíthatók, vagy azok nem megfelelők. A LP rendszert másutt is alkalmazzák, például állati takarmányokban és fog-egészségügyi termékekben (pl. fogkrém). Egy lehetséges egyéb, új alkalmazás lehet a *H. pylori* által okozott gyomorfekély, mivel *in vitro* körülmények között elpusztította ezt a kórokozót. További alkalmazások vizsgálata is tervezett különböző termékek tartósítására, mint pl. hús, hal, zöldségek, gyümölcsök, virágok.

1.4.1.6 Glükomakropeptid

A glükomakropeptid (GMP) egy C-terminális f(106-169) glükopeptid amely a kazeinnek oltóenzimmal történő bontásából (¹⁰⁵Phe-¹⁰⁶Met) származik. A hidrofil tulajdonságú GMP a sajtgyártás során a savóba kerül, míg a maradék κ -kazein, amelyet para- κ -kazeinnek neveznek, a többi kazein-fehérjével együtt beépül a sajtalvadékba. A GMP molekulatömege hozzávetőlegesen 8.000 D, szignifikáns a szénhidrát-tartalma, (kb. 50-60%-a a GMP-nek) amely galaktózból, N-acetil-galaktózaminból és N-neuraminic savból tevődik össze. Szénhidrátmentes formáját gyakran kazeino-makropeptidnek nevezik (CMP). A GMP a savóból, a legnagyobb mennyiségben kinyerhető peptid, az összes savóban található fehérje/peptid kb. 20-25%-a. Biológiai aktivitása az utóbbi években egyre nagyobb hangsúlyt kap. Kiterjedt kutatások eredményei szerint, a GMP *in vitro* inaktíválja a *E. coli*, *Vibrio cholerae* mikotoxinjait, gátolja a karcinogén *Str. mutans* és *Str. sobrimus* baktériumok és az influenza vírus megkötődését (adhézióját), erősíti az immunrendszert, támogatja a bifidobaktériumokat, és vérnyomáscsökkentő valamint antitrombotikus hatásán keresztül szabályozza a vér áramlását. Újabban mutatták ki, hogy a GMP hatásosan gátolja a patogén *E. coli* *in vitro* megkötődését az emberi HT29 vastagbél rák sejtekben, míg a probiotikus *Lactobacillus* törzsek működését alig gátolja. Egy másik tanulmányban a GMP étkezési bevitel csökkentette az *E. coli* által kiváltott hasmenést kis rézus majmokban.

Ismerni kell a glükoproteint, a természetes GMP igen érdekes, értékes táplálkozás-élettani és fiziko-kémiai tulajdonságokkal bír. A GMP gazdag elágazó láncú aminosavakban, szegény metoninban, ami értékes összetevővé teszi a májbetegség étrendjében. Ugyancsak nem tartalmaz fenil-alanint, amely tény lehetővé teszi, hogy fenil-ke-tonúriában szenvedő betegek

fogyaszthassák. Állatkísérletek alapján valószínűsíthető, hogy a GMP magas szialinsav tartalma az agy fejlődésében előnyös hatást fejt ki és javítja a tanulási képességet.

A GMP emésztési folyamatban betöltött irányító szerepét is már többen vizsgálták. Ezekben beszámoltak arról, hogy a GMP gátolja a gyomor szekréciót a gyomor mozgását. Ugyancsak valószínű, hogy stimulálja a cholecystochinin kiválasztását, amely hormon részt vesz a táplálékbevitel és az emésztés ellenőrzésében a nyombélszakaszban. További érdekes megállapítás, hogy a GMP épen, vagy csak részben lebontva átkerülhet a véráramba joghurt fogyasztása után. Napjainkban kereskedelmi forgalomban vannak olyan testtömeg ellenőrző és egyéb étrendi termékek, amelyek GMP-t és CMP-t tartalmaznak. Az ilyen termékek hatásossága azonban még további klinikai vizsgálatokat igényel. Egy rövid lefolyású vizsgálat feltárta azt is, hogy a GMP nincs hatással az energia-bevitelre, vagy a jóllakottság szubjektív jelzőire. Másrészt a GMP előnyös hatást gyakorol az emésztőrendszer mikroflórájára, mivel elősegíti a bifidobaktériumok növekedését, valószínűleg a éppen a szénhidrát-tartalma miatt.

Tiszta GMP nagy mennyiségben a savóból nyerhető ki kromatográfiás módszerekkel vagy membrán-szeparációval. Az ilyen tiszta készítmények biológiai hatékonyságát az elmondottaktól függetlenül, még célszerű további klinikai kísérletekkel alátámasztani.

1.4.2 A bioaktív peptidek előállítása és funkcionalitása

A bioaktív peptideket úgy határozzák meg, mint speciális fehérjetöredékeket, amelyek pozitív hatást gyakorolnak a testfunkciókra és testkondícióra és végső soron az egészségi állapotra. Ezen peptidek aktivitása az őket felépítő aminosavakon illetve azok sorrendjén alapul. Az aktív sorrendek, sorozatok száma 2 és 20 között változik a peptidekben és sok ilyen peptid sokrétű (multifunkcionális) tulajdonságát tárták már fel. A bioaktív peptidek egyik legfőbb forrása a tejfehérje. Az elmúlt évtizedben számos, eltérő aktivitású peptid sorozatot azonosítottak a különböző tejfehérjékből. A legjobb ilyen sorozatok, összetételek magas vérnyomás elleni, antitrombotikus, antimikrobás, antioxidáns, immunrendszer-erősítő és fájdalomcsillapító hatással bírnak. Ezek a bioaktív peptidek leginkább a tej enzimes hidrolíziséből illetve savanyú tejtermékekből származnak, de a tejfehérjék emésztése során is keletkezhetnek, mint arra több cikkben is felhívták a figyelmet. A tejből származó bioaktív peptidek így számos életani hatással rendelkeznek in vivo az emésztő-, szív és ér-, endokrin-, immun-, központi ideg-, és egyéb rendszerekben. Ezt szemléltetjük az összegyűjtött adatok alapján a következő ábrán.

Kazein vagy savófehérje eredetű peptidek				
Magas vérnyomás ellenes. Antioxidáns. Trombózis ellenes. Koleszterinszint-csökkentő.	Fájdalomra ható - erősítő - csökkentő.	Mikrobaellenes. Ásv. anyag megkötő. Jóllakottságot befolyásoló.	Mikrobaellenes. Sejtszabályozó. Immunrendszer szabályozó.	
Szív-érrendszer	Ideg és endokrin rendszer	Emésztőrendszer	Immunrendszer	

2. ábra Tejeredetű bioaktív peptidek hatásainak áttekintése

A bioaktív peptidek és a hatásosnak ismert aminosav sorrendek az eredeti (hordozó) fehérjén belül inaktívak és a következő módon szabadulhatnak fel a prekursor fehérjéből:

1. Hidrolízis emésztőenzimekkel
2. A tej fermentálása savanyító kultúrákkal
3. Fehérjebontás állati-, növényi-, vagy mikroba eredetű enzimekkel

A vizsgált szakirodalomban a felsorolt lehetőségek kombinációi hatékonynak bizonyultak a bioaktív peptidek keletkezésében, képzésében.

Nagyszámú vizsgálat rámutat, hogy az emésztőenzimek bioaktív peptideket eredményeznek a hidrolízis során. Leginkább a pepszin, tripszin és a kimotripszin esetén bizonyított hogy számos vérnyomás csökkentő peptid, kalciummegkötő foszfopeptid, baktericid, immunszabályzó és fájdalom befolyásoló peptid keletkezik a mind a kazein, mind a savófehérje frakciók hidrolízisekor. Leginkább a vérnyomáscsökkentő peptideket tanulmányozták/zák, amelyek gátolják az angiotenzin átalakító enzim (ACE) működését. Így már ismert, hogy a kazeinből származó peptidek erősebb ACE gátlók, de a savófehérje eredetű peptidek például az Ala-Leu-Pro-Met-His-Ile-Arg (ALPHIMIR), vagy a β -laktoglobulin tripszines bontásából származó laktokinin is erős vérnyomáscsökkentő hatást mutatnak. Az egyéb fehérjebontó enzimek, mint az alkaláz, termolizin, szubtilizin és az gyorsabb emésztés érdekében történő, egymást követő pepszines és tripszines kezelése szintén bioaktivitást mutató peptideket eredményez, melyek szintén rendelkeznek a már felsorolt hatásokkal. Egyik kísérletben kilenc, forgalomban lévő

fehérjebontó enzimek készítmény közül az *Aspergillus oryzae*-ből kinyert proteáznak volt a legnagyobb ACE gátló aktivitása.

Több, az iparban is alkalmazott tejsavbaktérium kultúra is rendelkezik fehérjebontó hatással, így ez a tény már jól dokumentált a szakirodalomban. Sok ilyen munka bizonyította, hogy a *Lactobacillus helveticus* törzs képes vérnyomáscsökkentő hatású peptidek képzésére, amelyek közül a legismertebb ACE gátló a Val-Pro-Pro és az Ile-Pro-Pro tripeptid, mint azt több patkánykísérletben és emberekkel végzett vizsgálattal is igazolták. A joghurt kultúra baktériumai, a sajt starterek és a közönséges probiotikumok is termelnek bioaktív peptideket a fermentáció alatt, mint arról többen beszámoltak. Egy friss vizsgálatban bebizonyították, hogy gyakori tejipari kultúrák a savó antioxidáns aktivitását váltották ki. Az antioxidáns aktivitás pozitív korrelációban állt a fehérjebontás mértékével, azt bizonyítva, hogy peptidek voltak felelősek az antioxidáns hatásban (Chen et al. 2007).

Egy másik kísérletben, öt szokásos *Lactobacillus* törzs keverékét használva fermentálásra, majd mikrobiális proteáz kezelés után a hidrolizátum ACE gátlása megnőtt és két erős ACE gátló peptidet tudtak izolálni, a Gly-Thr-Trp és a Gly-Val-Trp tripeptideket. Az ezeket a tripeptideket tartalmazó hidrolizátum vérnyomáscsökkentő hatását Queros et al. (2007) mutatták be állatkísérletben, spontán magas vérnyomású patkányokat (SHR) használva és hasonló, de új ACE gátlókat tudtak kimutatni a fermentált tejben, melyet a nyerstejből izolált *Enterococcus faecalis*-sal savanyítottak. Két β -kazein alapú peptid f(133-138) és f(58-76) eltérő magas vérnyomás csökkentő hatásáról számoltak be szintén SHR alanyok etetési kísérleteiben. Donkor et al. (2007) más, napjainkban már szokásos, egyszerű tejipari kultúrák fehérjebontó hatását vizsgálva, mint a *L. acidophilus*, *Bifidobacterium lactis*, és *L. casei*, szintén a fermentált tej, növekvő ACE gátló aktivitását mutatták ki. Minden vizsgált kultúra termelt ACE gátlókat, de a *B. longum* és a *L. acidophilus* növekedése mutatta a legnagyobb ACE gátló aktivitást. Kilpi et al. (2007) vizsgálták a *L. helveticus* CNR32 törzs általános aminopeptidáz és X-propil dipeptidil aminopeptidáz aktivitás hatását az ACE gátlásra fermentált tejben, kiemelve a peptidáz negatív származékok előnyét. Megnövekedett ACE gátló aktivitást sikerült elérniük peptidáz hiányos törzseket használva a tej fermentálására. Eredményük azt sugallja, hogy mindkét peptidáz részt vett az ACE gátló peptidek keletkezésére vagy lebomlására a fermentáció során. Az ilyen géntechnológiai, mérnöki kísérletek lehetővé teszik, hogy a jövőben, genetikailag módosított *Lactobacillus* törzsekkel, kívánt összetételű és ebből következően ismert hatású bioaktív peptideket tartalmazó termékeket állíthassanak elő.

Számos *in vitro* kísérlet igazolta, hogy a tej fermentálása kultúrákkal vagy olyan enzimszármazékokkal, melyek emésztőenzimekkel történő megelőző vagy utókezelésből származtak, megnövelte a termelt bioaktív peptidek mennyiségét és változatosságát. Mindezekből sejthető, hogy hasonló folyamatok játszódnak le *in vivo* körülmények között az emésztőtraktusban is. Sütas et al. (1996) hogy a kazein frakció pepszinnel majd azt követően tripszinnel végzett hidrolízise mind immunstimuláló, mind immunrendszert elnyomó peptideket is eredményezett, amely *in vitro* jól kimérhető volt emberi vérből származó limfociták segítségével. Ha a kazein hidrolízis során pepszin előkezelést alkalmaztak a L. casei-ből izolált enzimkezelés előtt, a hidrolizátum elsősorban immunelnyomóvá vált azt sugallva, hogy a baktérium eredetű proteinázok megváltoztatják a kazein-hidrolizátum immunrendszert befolyásoló hatását. **Az eredmények azt is felvetik, hogy kettős enzimes kezeléssel csökkenteni lehet a tejfehérje allergén hatását, ami véleményünk szerint új típusú funkcionális tejtermékek megjelenését eredményezheti.**

Pihlanto-Leppala et al. (1998) savóból és kazeinből származó ACE gátló peptidek lehetséges keletkezését vizsgálták joghurt, nyúlós tej és aludtej készítése során, különböző közönséges tejipari kultúrák alkalmazásával. A hidrolizátumokban (termékben) ők nem tapasztaltak ACE gátló aktivitást de az ez utáni egymást követő prpszines és tripszines emésztés erős ACE gátló peptidek megjelenését eredményezte, amelyek elsősorban az α_{S1} -kazeinből és a β -kazeinből származhattak. Lorenzen és Meisel (2005) bizonyították, hogy a a joghurttej tripszines kezelése a fermentáció előtt foszfopeptid gazdag frakció keletkezését eredményezte a termékben. Különösen a β -kazein(1-25)-4P és az α_{S1} -kazein(43-79)-7P sorozatú kazeino foszfopeptidek (CPP) keletkezése volt hangsúlyos, bár e mellett, a joghurt kultúra fehérjebontó enzim termelése nem volt szignifikáns.

1.4.3 Bioaktív peptidek a tejtermékekben és újszerű alkalmazások

Természetes úton keletkező bioaktív peptidek széles választékát találták olyan hagyományos termékekben, mint a joghurt, aludttej, dahi (indiai fermentált tejtermék), krémtúró, és különböző típusú sajtok (Fitzgerald és Murray 2006). Ezeknek a peptideknek a fermentált tejtermékekben való megjelenése, mennyisége, aktivitása számos tényezőtől függ, mint a starter fajtája, a fermentáció ideje, a termék típusa, és a tárolási körülmények. Ong et al. (2007) ACE gátló peptidek keletkezését vizsgálták Laktokokkuszos sajtkultúrával és kereskedelmi probiotikus Laktokokkusz kultúrával készülő cseddár sajtban. Azt tapasztalták, hogy az ACE gátló aktivitás a proteolízis mértékétől függ. A probiotikus törzs hozzáadása növelte az ACE

gátló aktivitást 4°C-os érlelési körülmények között. A következő táblázatban a vizsgált referenciákban, tejtermékekben fellelt bioaktív peptideket és bioaktivitásukat mutatjuk be.

Figyelemre méltó, hogy ezekben a tejtermékekben a bioaktív peptidek egy időben vannak jelen. A peptidek különböző mértékű megjelenését a kultúrák szabályozzák, de a peptidek tárolás alatti stabilitását nehéz megőrizni, ellenőrzés alatt tartani. A hagyományos tejtermékekben keletkező bioaktív peptideknek tulajdonítható lehetséges előnyös hatásokat intenzíven folytatott kutatások támasztják alá.

Friss indiai tanulmányban bizonyították pl. hogy középkorú magas vérnyomásos férfiaknál a dahi fogyasztása csökkentette a vérnyomást. Jelenleg is két olyan, klinikailag bizonyítottan előnyös hatású, magas antihipertenzív peptid tartalmú termék van a piacon, amelyeket szánt szándékkal a magas vérnyomásos betegek részére fejlesztettek, hogy azzal egészítsék ki az étrendjüket.

A Japán Calpis vagy az Ameal, valamint a Finn Evolus savanyú tejtermékek egyaránt az ACE gátló Ile-Pro-Pro és Val-Pro Pro peptideket tartalmazzák szignifikáns mennyiségben (lásd táblázat). Mindkét termék vérnyomáscsökkentő hatását is igazolták mind állatkísérletekben, mind embereken végzett klinikai kísérletekben.

2. táblázat Fermentált tejtermékekben meghatározott bioaktív peptidek

Termék	Azonosított peptidek	Bioaktivitás	Hivatkozás
Sajtok			
Cseddár	α S ₁ -, és β -kazein töredékek	Foszfopeptidekhez hasonló	Singh et al. (1997)
Mozzarella, Crescenza, Gorgonzola (olasz sajtok)	β -kazein f(58-72)	ACE gátlás	Smacci és Gobetti (1998)
Gouda	α S ₁ -CN f(1-9) β -CN f(60-68)	ACE gátlás	Saito et al. (2000)
Festivo	α S ₁ -CN f(1-9), f(1-7), f(1-6)	ACE gátlás	Ryhanen et al. (2001)
Ementáli	α S ₁ -, és β -kazein töredékek	Immunrendszer fokozása; Néhány foszfopeptid antimikrobás	Gagnaire et al. (2001)
Termék	Azonosított peptidek	Bioaktivitás	Hivatkozás
Manchego (juhsajt)	Juh α S ₁ -, α S ₂ -, és β -kazein töredékek	ACE gátlás	Gómez-Ruiz et al. (2007)
44 kemény, félkemény és lágyajtajt minta	Val-Pro-Pro, Ile-Pro-Pro	ACE gátlás	Bütikofer et al. (2007)
Cseddár	α S ₁ -CN f(1-6), f(1-7), f(1-9), f(24-32), f(102-110),	ACE gátlás	Ong et al. (2007)

	β -CN f(42-57), f(193-209)		
Savanyú tejtermékek			
Aludttej	β -CN f(74-76), f(84-86), κ -CN f(108-111)	Magas vérnyomás gátló	Nakamura et al. (1995)
Dahi	Ser-Lys-Val-Tyr-Pro	ACE gátló	Ashar és Chand (2004)
Juhtej joghurt	Nem azonosított aktív peptidek	ACE gátlás	Chobert et al. (2005)
Kecske kefir	PYVRYL, LVYPFTGPIPN	ACE gátlás	Quiros et al. (2005)
Savanyú tejtermékek normál és probiotikus törzsekkel	Nem azonosított aktív peptidek	ACE gátlás	Donkor et al. (2007)

Egyre növekvő számú, a tej hidrolíziséből származó bioaktív peptideket tartalmazó termék került piacra az elmúlt 6 évben és továbbiak állnak fejlesztés alatt. Olyan peptideket is vizsgálnak amelyek antikarcinogén, antihipertenzív, ásványi ag. megkötő, és stressz csökkentő hatással bírnak. További ilyen peptideket is tartalmazó tejtermékek palettáját foglaltuk össze a következő, tulajdonképpen az előzőt kiegészítő táblázatban.

2. táblázat Bioaktív peptideket tartalmazó tejtermékek és adalékok

Termék neve, típusa	Bioaktív összetevő	Egészségügyi cél	Gyártó
Calpis, Ameal S, aludttej	Val.Pro.Pro, Ile-Pro-Pro, α _{S1} -, és β -kazein származékok	Vérnyomáscsökkentés	Calpis Co., Japan
Evolus, aludttej	Val.Pro.Pro, Ile-Pro-Pro, α _{S1} -, és β -kazein származékok	Vérnyomáscsökkentés	Valio Oy, Finnország
Bio-Zate, hidrolizált savófehérje izolátum	β -laktoglobulin töredékek	Vérnyomáscsökkentés	Davisco, USA
BioPure-GMP, savófehérje izolátum	κ -CN f(106-169) glükomakro-peptid	Daganat megelőzés, mikrobagátlás, trombózis megelőzése, fogak remineralizációja, jóllakottság kiváltása	Davisco, USA
ProDiet F200/Lactium, Ízesített tejital, édesség és kapszulázott termékformák	α _{S1} -kazein f(91-100), (Tyr-Leu-Gly-Tyr-Leu-Glu-Leu-Leu-Arg)	Stressz tünetek enyhítése	Ingredia, Franciaország
Festivo, zsírszegény keménysajt	α _{S1} -kazein f(1-6), f(1-9), f(1-7)	Vérnyomáscsökkentés	MTT Agrifood Research, Finnország
Cysteine Peptid, adalékanyag	Tejfehérje származék	Elalvás segítése	DMV International, Hollandia
C12 Peption, adalékanyag	Kazeinszármazék, dodeka-peptid FFVAPFPEVFGK	Vérnyomáscsökkentés	DMV International, Hollandia
Capolac, adalékanyag	Kazeino-foszfopeptid	Ásványi anyag felszívódás javítása	Arla Foods Ingredients, Svédország
PeptoPro, ízesített ital	Kazeinszármazékok, di-, és tripeptidek	Testi teljesítmény fokozása, atletikus alkat kialakítása, izomregeneráció gyorsítása	DSM Food Specialities, Hollandia
Vivinal Alpha, adalékanyag	α -laktalbuminban gazdag savófehérje hidrolizátum	Alvás és pihenés elősegítése	Borculo Domo Ingredients, Hollandia
Praventin, adalékanyag	Laktoferrinben dúsított savófehérje hidrolizátum	Bőrfertőzések tüneteinek csökkentése	DMV International, Hollandia

1.5 Növekedési faktorok

A különböző sejtek növekedését serkentő vagy gátló hatású faktorokat először az 1980-as évek alatt a humán kolosztrumban és anyatejben mutatták ki, majd később a tehén kolosztrumában és tejében és savóban is (Pakkanen és Aalto 1997, Pouliot és Gauthier 2006). Jelenleg a következő, tehéntőgy szekrétrumokban található növekedési faktorokat ismerjük: BTC (béta cellulin), EGF (epidermális növekedési faktor), FGF1 és FGF2 (fibroblasztikus növekedési faktorok, IGF1 és IGF2 (inzuliszerű növekedési faktorok, TGF β 1 és TGF β 2 (átalakító növekedési faktorok), PDGF (trombocita növekedési faktor). Az összes ismert növekedési faktor mennyisége a kolosztrumban az ellés után a legnagyobb, majd ezután lényegesen csökken. A legbőségebb növekedési faktorok a tehéntejben az EGF (2-155ng/ml), az IGF-1 (2-101 ng/ml) az IGF-2 (2-107 ng/ml), és a TGF- β 2 (13-71 ngml) míg a többi ismert növekedési faktor mennyisége 4ng/ml alatti (Pouliot és Gauthier 2006). A növekedési faktorok alapvetően 6.000 és 30.000 Dalton közötti moltömegű polipeptidek, amelyek 53-425 aminosavat tartalmaznak. Említésre méltó, hogy a tejben lévő növekedési faktorok nem érzékenyek a pasztörözésre és még az UHT kezelést is jól bírják (Gauthier et al. 2006a). A növekedési faktorok biológiai funkcióival inkább mostanában kezdtek foglalkozni. Lényegében az EGF és a BTC stimulálja (gyorsítja) a bőr-, epitéliás-, és embrionális sejtek osztódását. Továbbá gátolja a gyomorsav kiválasztását és támogatja a bél egészségét és a csont felépülését. A TGF- β csoport fontos szerepet játszik az embrió fejlődésében, a szövetregenerációban, a csont és porc kialakulásában és az immunrendszer szabályozásában. A TGF- β mindkét formája gyorsítja az összekötő sejtek szaporodását, és gátolja a limfociták és az epitéliás sejtek felesleges elburjánzását. Az IGF mindkét formája számos sejttípus szaporodását gyorsítja, és szabályoz néhány anyagcsere folyamatot, pl. a glükóz felvételt és a glikogénszintézist.

A növekedési faktoroknak az emésztőtraktusban való stabilitásáról ellentétes eredmények láttak napvilágot. Sok állatkísérletben azt találták, hogy az EGF, IGF-1 és a TF-ek különböző helyi hatásokat idézhetnek elő az emésztőtraktusban és egy az egyben, vagy részben átkerülhetnek a bélből a véráramba. Ezt alátámasztja, hogy a fehérjék és a fehérjebontó enzim gátlók jelenléte a tejben megvédheti az EGF-et a gyomorban és a bélben való lebomlástól.

Kritikus kérdés, de jelenleg csupán néhány humán vizsgálati eredmény áll rendelkezésre jelenleg, a tehén növekedési hormon szájon át történő adásáról. Mero et al. (2002) beszámolt arról, hogy tehéntej kolosztrum alapú táplálék-kiegészítő fogyasztása megnövelte a szérum IGF-1 szintjét férfi atlétákban rövid kitartást igénylő gyorsasági tréningek alatt.

Gauthier et al. (2006a) szerint egyre több bizonyíték erősíti meg azt a nézetet, miszerint egyes növekedési faktorok étrendileg adagolva megőrzik biológiai aktivitásukat és szerkezetüket a testben helyi és szisztémás hatásokat előidézve. Az elmúlt néhány évben néhány, a tehéntej és kolosztrum alapú növekedési faktort tartalmazó termék alkalmazását javasolták, de csak igen kevés került kereskedelmi forgalomba. A fő célhatás ezekkel a termékekkel a bőrbetegségek, bél-egészség biztosítása, és a csontrendszer egészsége, jó állapota (Donnet-Hughes et al. 2000). Playford et al. (2000) véleménye szerint, aktív növekedési faktorokat tartalmazó kolosztumalapú termék alkalmas a non-szteroid gyulladáscsökkentők mellékhatásainak és a köszvény tüneteinek megelőzésére. E célból speciális módszereket dolgoztak ki a szokásos növekedési faktorok savkazeinből és sajtsavóból történő kivonására. Egy TGF- β 2-ben gazdag savas kazein kivonatot vizsgáltak sikeresen Chron betegségben szenvedő gyermekekben. Egy másik, sajtsavóból készített kivonat is ígéretesnek bizonyult orális mucosis (száj, szájüreg gombás fertőzése) és sebek kezelésében pl. lábszárfekély esetén, állatokban és emberekben egyaránt (Smithers 2004, Pouliot és Gauthier 2006). Egyéb lehetséges területek a felhasználásra a pikkelysömör, újszülöttek allergiával szembeni toleranciájának elősegítése, vagy a kemoterápia általi bélrendszer-sérülés elleni védelem.

1.6 Egyéb bioaktív vegyületek

A már tárgyalt fő bioaktív összetevők mellett, nagyszámú, egyéb, a tejben kis mennyiségben keletkező és különböző tulajdonságú alkotót is ismerünk. Ezek között hormonok, citokinok, oligoszacharidok, nucleotidok, és speciális fehérjék találhatók. Ezek közül néhány tulajdonságait részletesen ismerik már, így ezekről számolunk be a következőkben.

Szteroid vagy fehérje eredetű hormonok nagy száma található a tehéntejben és a kolosztrumban (Grosvenor et al. 1993, Jouan et al. 2006). Ezek a molekulák a következő fő csoportokba sorolhatók: gonadális hormonok (ösztrogén, progeszteron, androgének), adrenalinok (glükokortikoid hormonok), agyalapi hormonok (prolaktin, növekedési hormon, és hipotalamusz hormonok (gnadotropintermelő hormon, luteinképző hormont termelő hormon, thiotropintermelő hormon) és a szomatosztatin. Az egyéb, szóba jöhető hormonok a bombesin, calcitonin, inzulin, melatonin, a paratiroid hormon. A hormonok általában igen kis mennyiségben, pikogram ill. nanogram mennyiségben találhatók egy milliliter tejben. Legnagyobb mennyiségben a kolosztrumban vannak jelen és a fő laktációs periódus kezdetekor, azaz amikor már emberi fogyasztásra alkalmas tejet ad a tehén (7-15 nappal az ellés után) mennyiségük drasztikusan csökken. Például amíg a kolosztrumban a prolaktin mennyisége 500-

800ng/ml addig a tejben már csak 6-8 ng/ml (Jouan et al. 2006). A tőgy szekrétrumokban található hormonok biológiai szerepe még nem teljesen tisztázott, de általánosságban mind a tőgy speciális funkcióinak szabályozásában, mind az újszülött borjú növekedésében meghatározó szerepük van, ideértve az emésztő-, és immunrendszer felépülését, megérését. A kolosztrum hormonjai ideiglenesen részt vesznek az endokrin rendszer szabályozásában is, amíg az újszülött hormonrendszere felépül, beérik (Bernt és Walker 1999). Néhány állati és humán kísérlet azt bizonyítja, hogy a melatoninban gazdag tej fogyasztása javítja az alvást és a mindennapos tevékenységet (Valtonen et al. 2005).

A nukleotidok, nukleozidok és nukleotid bázisok a tej nem-fehérje nitrogén frakciójához tartoznak. Ezek a komponensek valószínűleg, mint pleitrofikus faktorok szerepelnek az agyfunkciók kifejlődésében (Schlimme et al. 2000). A nukleotidok, csecsemőtáplálásban betöltött fontossága miatt néhány csecsemő és gyermektápszert speciális nukleotid sókal egészítenek ki. A nukleotidok, mint külső antikarcinogének működhetnek az emésztőrendszeri daganatok kifejlődésének ellenőrzésében, gátlásában (Michaelidou és Steijns 2006).

A tehén kolosztruma relatíve nagy mennyiségben tartalmazza a citokinokat, mint az IL-1 (interleukin) IL-6, TNF- α (tumor nekrozis faktor) IF- γ (interferon), és az IL-1 receptor antagonist, de mennyiségük a normál tejben (árutej) már jelentősen csökken (Kelly 2003). Ezen összetevők biológiai szerepét és a lehetséges alkalmazásokat mostanság vizsgálják.

A kis mennyiségű savófehérjék között több biológiailag aktív molekula és komplex található, mint a proteáz-pepton, szérum albumin, oszteopontin, és a lizozim valamint a xantin-oxidáz enzimek (Mather 2000, Fox és Kelly 2006). Egy másik érdekes, tejalapú komplexet (MBP) is azonosítottak a savóból amely néhány alacsony moltemegű összetevőből áll, mint a kininogén, cisztatin, és a HMG-szerű fehérje. Állatkísérletekben a MBP segítette a csontfejlődést és a folyamatosan gátolta a csontkioldódást (Kawakami 2005). A MBP csonterősítő hatását Japánban már engedélyezett és forgalomba hozott, biztonságos készítményekben használják ki. A tejszírgolyócska membrán biológiai aktivitást mutató lipidet és fehérjét tartalmaz, mint a butirofilin, CD36 mucin, és zsírsavval kötésben lévő fehérjék. Ezekről az összetevőkről az elmúlt néhány évben számoltak be Sitsberg (2005) és Fong et al. (2007).

A ColostrininTM egy prolin-gazdag polipeptid, amit eredetileg anyajuh kolosztrumából izoláltak. A tehén kolosztrumából is kimutatták már ahol egy kb. 14.000 D moltemegű komplex peptidet alkot (Sokolowska et al. 2008). In vitró és állatkísérletekben a juh colostrinin immunrendszer erősítő hatást mutatott. Egy újabb kutatásban Billikiewicz és Gaus (2004) gyenge és közepes súlyosságú Alzheimer kórban való felhasználását javasolta, bár a

hatásmechanizmus még nem tisztázott és a hatásosság bizonyítása is további vizsgálatokat igényel. Az anyatej jelentős mennyiségben (5-10 g/l) tartalmazza a komplex oligoszaccharidokat amelyek az újszülött egészsége szempontjából számos előnyös tulajdonsággal bírnak (Kunz et al. 2000, Kunz és Rudolf 2006). Leginkább az előnyös bélflóra növekedésének serkentésében, az immunrendszer erősítésében és a mikrobafertőzések elleni védelemben fejtik ki hatásukat. Hasonló oligoszaccharidokat találhatunk a tehéntejben és kolosztrumban is, de lényegesen kisebb mennyiségben. Az összetevők alacsony koncentrációja és komplex természete akadályozta azok felhasználását egészségvédő termékekben és élelmiszerekben. Az analitikai technikában napjainkban tapasztalható fejlődés a közeljövőben lehetővé teszi az oligoszaccharidok szerkezeti és funkcionális tulajdonságainak sokkal részletesebb feltárását. Jó példa erre, hogy egy membrántechnikán alapuló eljárást dolgoztak ki a sajtsavó sialil-oligosaccharidjainak visszatartására. Az ilyen összetevők nagy potenciállal rendelkeznek, pl. mint prebiotikum felhasználása funkcionális élelmiszerekben és csecsemőtápszerekben (Mehra és Kelly 2006).

1.7 Ellenőrző kérdések:

1. Sorolja fel, hogy a tej bioaktív alkotói az emberi egészség mely fő területeit segítik?
2. Mi a konjugált linolsav és melyek az egészségre gyakorolt pozitív hatásai?
3. Soroljon fel legalább 5 féle bioaktív tej-peptidet és ezek jótékony hatásait!
4. A savófehérjék milyen élettani folyamatok támogatásával hozhatók kapcsolatba?
5. Sorolja fel a kolosztrumban, tejben lévő növekedési faktorokat és említsen példákat az egészséget támogató hatásaikra!
6. Foglalja össze a tej hormonjaiban és oligoszacharidjaiban rejlő lehetőségeket!

2. SAJTGYÁRTÁS – KITERMELÉS

A sajtgyártás, mint gazdasági tevékenység megítélése igen fontos szempont, ha mint vállalkozást tekintjük. Lényegében akkor tekinthetjük hatékonnak a sajtgyártást, ha a gyártás során a tejből minden, a sajtba átvihető alkotót, a lehető legnagyobb arányban viszünk át a sajtba. Ezt az átviteli arányt fejezi ki a kitermelés kifejezés, ami tehát azt jelenti, hogy 100 liter (kg) sajttejből mennyi (kg) sajtot tudunk készíteni. Ezt az értéket számolhatjuk a préselés után, a sózás után de még inkább az érlelés utáni tömeg felhasználásával.

A cél természetesen az, hogy a kitermelés a lehető legnagyobb legyen. A kémia szabályán túl – azaz hogy a kazein képez fehérjehálót az oltós alvadás során, így ez befolyásolja a többi átvitt szárazanyag komponens mértékét is – több tényező csökkentheti (csökkenti is) az elviekben átvihető szárazanyag mennyiséget, így a kitermelést. Az eredményes sajtgyártáshoz, túl a szükséges minőségbiztosítási ismereteken túl, tisztában kell lenni ezekkel a technológiai jellegű tényezőkkel, valamint tisztában kell lenni, hogy vizsgálódás esetén mihez hasonlítsuk saját eredményeinket.

2.1 Az alvadást befolyásoló tényezők és jelentőségük a sajtgyártásban

A sajttej alvasztásával kapcsolatban, általánosságban elmondható, hogy az alvadási idő fordítva arányos a beoltási hőmérséklettel (ez bír a legnagyobb hatással), az oltó mennyiségével (kisebb hatása van), a tej savfokával, és a tej kalciumion - oldható mészsó - tartalmával. Mivel az alvadási idő és az oltóadagolás az alvadék szilárdságát is befolyásolja, az alvadási időre ható tényezők az alvadék szilárdságára is lényeges hatást gyakorolhatnak. Tehát minél magasabb hőmérsékleten és nagyobb mennyiségű oltóval oltunk, továbbá minél magasabb a tej savfoka és kalciumion-tartalma, az alvadáshoz annál rövidebb idő szükséges és az alvadék szilárdsága *ugyanazon alvadási idő esetén* annál nagyobb lesz. Ezen kívül a tej előélete, egészségi állapota, a κ -kazein különböző genetikai variánsai is befolyásolják a tej alvadását. Az alvadásra, alvadéokra ható tényezőket tekintjük át a következőkben.

2.1.1 Oltóenzim

Bencini R. (2002) vizsgálatait Formagraphon végezte, eredményei szerint, ha növeljük az enzimkoncentrációt, csökken az alvadási idő és az alvadék szilárdság értéke, valamint nő az alvadék konzisztenciája, juh- és tehéntej esetében is.

O'Connell et al (2006) etilalkohol adagolásának az oltóenzim hatására gyakorolt hatását vizsgálták a két mechanizmus, kazein micellák destabilizálásban lehetséges szinergens hatásának igazolására.

5% etilalkohol adagolása csökkentette az alvadási időt, míg a magasabb alkoholtartalom (10-20%) lényegesen megnövelte azt. Az etilalkohol adagolásának növekedésével párhuzamosan csökkent az koagulálás hőmérséklete. Az etanol tartalom növekedésével (5-20%) az alvadás első fázisa, azaz a kappa-kazein hidrolízise egyre lassabbá vált, valószínűleg az enzimen az alkohol okozta változások miatt.

Az alvadás második fázisa – a kappa-kazein aggregációja – fokozottabb volt 5-15% alkohol jelenlétében, a legjobb hatást 5% alkohol váltotta ki. A micellák erősödő aggregációja a micellán belüli térbeli taszítóerő csökkenésére vezethető vissza.

Az eredmények jelzik a kapcsolatot az alkohol és az oltóenzim kazeinmicellákra gyakorolt hatása között, ami érdekes következménnyel járhat a tejtermékek tulajdonságaira, bár kérdéses, hogy az etilalkohol alkalmazása a sajtgyártásban hogyan, és főleg miért lenne alkalmazható?

A különböző eredetű enzimek eltérő enzimaktivitással és eltérő fehérjebontó képességgel rendelkeznek, ezért másként viselkednek a tejben. A mikroba eredetű oltók, így különösen az *Endothia parasitica* proteáz, igen erős fehérjebontó hatással bír (Ustunol and Hicks 1990, Benedet és Park 1982, El-Shibiny és El-Salam 1977, Kovacs-Proszt és Sanner 1973, Poznanski et al. 1981) aminek alkalmazásakor alacsonyabb kitermeléssel kell számolni. Emmons et al. (1978) szerint 1,2%, Ustunol és Hicks pedig 2,1% kitermelés veszteségről számoltak be, de véleményük szerint az akár több is lehet.

2.1.2 Nyers tej tárolása

A nyers tej rövid idejű hideg tárolása is ronthatja a tej alvadási készségét, a sajt reológiai tulajdonságait. Fizikai-kémiai folyamatok zajlanak le, amelyek a kolloid állapotban lévő kalcium-foszfát precipitálódását, a kalcium leválását a kazein micelláról, a sóegyensúly felbomlását, és mindezek következtében a micelláris kazein disszociálódását, a kazeinmicellák szétesését idézi elő. Ezért a sajtkészítésre szánt tejet valójában +10 °C-nál alacsonyabb hőmérsékletre nem szabad hűteni. Mivel ez a gyakorlatban nem minden esetben valósítható meg, a hőmérséklet határt + 4 °C-nál kell meghúzni és a tárolási időt kell csökkenteni (Szakály, 2001). Saját, kecsketejre vonatkozó kísérleteink ezt nem erősítették meg, sőt, 20-40 órás hűtve tárolás javította az alvadási tulajdonságokat, elsősorban az alvadékszilárdságot. Érdekes megvizsgálni, hogy a hűtésre, majd a melegítésre befektetett plusz energia megtérül-e a jobb alvadási készség eredményeként?

2.1.3 Tőgyfertőzés

A masztitiszes tehéntől származó tej is megváltoztathatja az alvadási időt. Mivel az ilyen tejre jellemző hogy a savófehérjék mennyisége megnő, a kazeintartalom csökken, és alacsonyabb lesz a laktóz- és magasabb az ásványi anyag tartalom. Az ilyen tejben tehát a fehérje abszolút mennyisége lényegében nem változik, de csökken elsősorban a β -kazein koncentrációja. A tőgymirigy megnövekedett permeabilitása miatt főleg az immunglobulinok és a szérum-albumin szintje emelkedik. A tőgy permeabilitásának változása hatással van a tej ásványianyag összetételére is. A sajtkészítés szempontjából jelentős kalcium- és foszfor-tartalom csökken. Ezért a tőgygyulladásos tejben az oltó hatására bekövetkező gélesedési folyamat, az alvadás lassan megy végbe és lágy, vízkötő alvadékot eredményez. Az alvadék nehezen dehidratálható és a zsírvesztés is jelentős. A nagyon súlyos masztitiszes állapot megkétszerezheti az alvadási időt és megfelelheti az alvadékszilárdságot. (Szakály, 2001)

Leitner, et al. (2007) izraeli juhoknál és a kecskéknél vizsgálták a szomatikus sejtszámot az emlőn belüli fertőzés miatt létrejövő tej- és alvadékvesztés előrejelzésére. Munkájukban egyenleteket állítottak fel, melyekből kitűnik, hogy a tőgyek 25, 50 és 75%-os fertőzöttsége egy adott nyájban 4,1–12,2% tejvesztéssel járt együtt a juhoknál és 0,8–2,3% tejvesztéssel a kecskéknél. Ugyanilyen fertőzöttségnél az alvadékvesztés 5,2–15,5% volt a juhoknál és 3,3–9,8% a kecskéknél.

2.1.4 Pasztörözés

A tej hőkezelése nem ártalmas a tejszír természetes tulajdonságaira. Ennek az oka, hogy a lipidek fotokémiai oxidációját a hőmérséklet alig befolyásolja. Bár magas hőmérsékletre való melegítésnél a zsírok peroxidokká, hidroperoxidokká, karbonil vegyületekké és hidroxizsírsavakká alakulnak az emberre nem veszélyes, mert csak extrém hőmérsékleti hatásnál alakulnak ki. A fehérjefrakciókra általában nagyobb hatást gyakorol a hőkezelés, különösen fontos az alvadás szempontjából, a savófehérje-frakció változása, denaturálódása, ami magasabb hőmérsékleten kifejezettebb. A hőkezelési eljárások változást okoznak a fehérje konfigurációban, vagyis a fehérje másodlagos és harmadlagos szerkezetében, de a peptidkötéseket nem szakítják fel (Csapó, Csapóné 2002). A savófehérjék szerkezet változásának végső következménye az lesz, hogy a kazein micellákhoz tudnak kötődni, és így a micellák között kevesebb, gyengébb kötés tud kialakulni az alvadási során.

Minél nagyobb a hő hatás, annál rosszabbak lesznek tehát az alvadási és a „sűrűsödési”, szilárdulási tulajdonságok. Ennek megelőzésére illetőleg kompenzálására kalciumot kell a

tejhez adni, CaCl_2 formájában (0,5-1,0 g/10liter tej), hogy lehetővé váljon a kalcium sóhidak kialakulása. Pasztörözéskor ugyanis megkötődik a tejben a sóhidak létrejöttéhez szükséges kalcium, és ez már nem áll rendelkezésre elegendő mennyiségben az oltós alvadáshoz (Scholz 2007).

A Tej hőkezelése a savófehérjék denaturációja miatt csökkenti az alvadék szinerézisének mértékét is. A β -Lg denaturációja lineáris korrelációt mutat a szinerézis csökkenésével; az α -La denaturációja is a szinerézis csökkenését eredményezi, de jóval kisebb mértékben (Pearse és mtsai 1985).

A tej pasztörözése – intenzívebben, mint termizálása – a felvágási idő (és alvadási idő) növekedését, kisebb alvadékszilárdságot, és csökkent mértékű szinerézist idéz elő Walstra et. al. (2006). Az alvadási idő a hőkezelés intenzitásával párhuzamosan meredeken nő. Az oltóenzim reakciósebességét kissé (mintegy 20%-al) befolyásolja, de a kazeinmicellák aggregációja lényegesen lelassul. Kisebb mennyiségű Ca^{++} és a pH csökkentése ellensúlyozni tudja a kedvezőtlen hatást, ha a hőkezelés nem volt túl intenzív. Mindazonáltal a hőkezelés hatása nem elsődlegesen a Ca^{++} aktivitás csökkenésével magyarázható. A hőkezelés ugyanis nem változtatja meg az alvadás idejét, ha nem jelenik meg a kazeinmicellákon a β -laktoglobulin. A kazeinmicellák reakciója ezzel a fehérjefrakcióval az alvadási készség romlásával jár együtt. A parakazein micellák stabilitása ugyanis jelentősen növekszik a micellára kapcsolódó és ott réteget kialakító szérumfehérjék (mint a β -laktoglobulin) által. A hőkezelés hátrányos hatása részben kiküszöbölhető a pH 6,0 alá csökkentésével majd 6,4-re emelésével is.

Szakály (2001) szerint a 74 °C alatt a pasztörözött tej hidegen tárolása alatt az oltós alvadást hátrányosan befolyásoló kolloidkémiai folyamatok részlegesen megfordíthatók, ami rövid alvadási időt eredményez és javítja az alvadék tulajdonságait is. A 74 °C-nál magasabb hőmérsékleten végzett pasztörözés hatására a β -laktoglobulin denaturálódik és a κ -kazeinnel olyan komplexet képez, amely a tej oltós alvadási tulajdonságait tovább rontja (ahogy előbb leírtam). Ezért a tejet 72-74°C közötti hőmérsékleten 15-40 s hőntartással javasolja pasztörözni.

2.1.5 Homogénézés

Homogénézés az a folyamat, amikor csökkentik a zsírgolyócskák méretét azért, hogy megakadályozzák a felfölöződést a hosszabb ideig eltartható tejekben. A homogénézés hatására a zsírgolyócskák mérete 3-6 μm -ról 1 μm alá csökken, aminek következtében a felület olyan rendkívüli mértékben megnő, hogy a foszfolipidek mennyisége nem elegendő a zsírgolyócskák

felületének beburkolására, ezért a tej felületaktív fehérjéi abszorbeálódnak a zsírgolyócskák felületén zsír-fehérje komplexet létrehozva. A homogénezés után a fehérjemicellák mérete is kisebb. A közönséges homogénezési módszerek ugyan nincsenek hatással a tej enzimaktivitására (Csapó, Csapóné 2002), de a fehérjék felületi megkötése révén jobban kötődnek a zsírgolyócskák a fehérje térhálóba aminek következményeként kisebb lesz a zsírvesztesség.

A tej zsírtartalom beállítása során végzett homogénezés azonban a kazeinfehérjének a zsírgolyók burkába való beépülése miatt a tej alvadási tulajdonságait rontja. Ezért a nem megfelelő módon homogénezett sajttej alvadéka renyhe, lassan szinerizáló és porlik. (Szakály, 2001). Másrészt, a kellően homogénezett tejben a zsírgolyócskák nagy része beépül a fehérjehálóba, ezáltal növeli a kitermelést, illetve csökkenti a savóval eltávozó zsír mennyiségét. Ezért a normál körülmények között végzett homogénezést több sajtféleség gyártásában is alkalmazzák. A savanyú tejtermékek esetén pedig a szinerézis csökkentése révén csökkenti a savóeresztés értékét, ami viszont a sajtgélesztésben további probléma lehet.

Sandra és Dalglish (2007) az ultra magas nyomású homogénezés hatását tanulmányozták 179 MPa (1790 bar) nyomásnál. A homogénezésnek kis hatása van a kazein micellák átmérőjére, mivel csak a felületi κ -kazein egy része válik le, illetőleg bomlik. Ez a szerkezeti módosulás az oltóenzim alvadási idejének enyhe csökkenéséhez vezet. A homogénezett tejmintákban lévő kazein micellák között kölcsönhatás lépett fel kb. 65-70 % mértékű κ -kazein leválásnál (fehérjebontásnál), bár a micellák kicsapódása nem kezdődött meg 90 % feletti értékű lehasadásig. A homogénezés csak kis mértékben javította a hevített tej alvadási tulajdonságait, azonban kitűnt, hogy az emulziót stabilizáló micellataszítás megszüntetése a hevített tej kazein micellái között látszólag ugyanúgy zajlott, mint a nem hevített tejben. A κ -kazein eltávolításának ugyanolyan hatása van tehát hőkezelt és a nyers tejmintákban is. A kazein micellák destabilizálódtak, a két tej csupán a végső gélesedési, alvadási lépésben különbözött egymástól.

2.1.6 Ultraszűrés

Az ultraszűrt tej oltós alvadásának tulajdonsága különbözik a normál tejétől, mert a micellák közelsége miatt rövidebb idő alatt következik be az oltós alvadás, ill. kevesebb oltó enzim mennyiséggel. Az alvadék szilárdsága a fehérjetartalommal arányosan nő, az alvadék szerkezete pedig durvább lesz. Ez azért van, mert a kazein-micelláknak csökken a szabad mozgástere, és ez által csökkenti a micellaláncok szabad kapcsolódását, valamint növeli az

oldalirányú asszociálódások lehetőségét. Ha viszont az alvasztási hőmérsékletet és a kalciumion-koncentrációt csökkentjük, ez a szerkezet javítható (Szakály, 2001).

Újabb eredmények szerint az ultraszűrést egyre több helyen alkalmazzák a sajttej előkezelésére. Ezzel a tej fehérjetartalmának növelése a cél, ami önmagában is kitermelés növelést eredményez. Ugyanakkor kutatók beszámoltak arról, hogy a koncentrátumban (a megnövelt fehérjetartalmú frakcióban) igen kis mértékben megnő a kazeinfehérje aránya, ami szintén növelheti a kitermelést. A fehérjetartalom ultraszűréssel való növelésének vannak azonban korlátai és a technológiát át kell értékelni, paraméterezni ahhoz, hogy az ultraszűrt tejet használva a hagyományossal megegyező tulajdonságú sajtot gyártsunk. Elmondható, hogy napjainkban már egyre inkább alkalmazzák az UF alapanyagot a sajtfélék gyártásához. Érdekes lehet megemlíteni, hogy az egyik, ultraszűrést alkalmazó sajtgyártási technológiát hazánkban dolgozták ki és már az 1980-as évektől alkalmazzák a krémfehérsajt gyártásában.

2.1.7 Kalcium-klorid adagolás

A nyers tej hidegen tárolása során megfigyelték, hogy csökken a kolloid állapotban lévő kalcium-foszfát és az ionos kalcium mennyisége is. Ennek következtében megindul a kazein micellák szétesése (degradációja), amely hosszú alvadási időt, nehezen száradó porló alvadékot eredményez. Ugyancsak rontja az alvadási tulajdonságokat, hogy a hőkezelés hatására a tejben lévő ionos Ca egy része oldhatatlanná válik, így kevés lesz az alvadás rendelkezésére álló Ca-ion (Fenyvessy, Csanádi 2007).

A nyerstej túl hosszú ideig tartó tárolása és a hőkezelés során elvesztett Ca^{++} pótlására és ezzel a kedvezőtlen következmények elkerülésére, a tejhez, beoltás előtt célszerű kalcium-kloridot adni. Az adagolás mennyisége 100 liter tejhez 10-20 g között legyen. Először 10-20 %-os oldatot kell készíteni, ezt felforraljuk és kb. 30-40 °C-ra lehűtve szabad a sajttejhez önteni.

Ha a kalcium-kloridot túladagoljuk, az a sajtban keserű ízhibát okozhat. (Szakály, 2001).

Ustunol Z. and Hicks C.L. (1990) megállapították, hogy különösen télen célszerű kalcium-kloridot adagolni a sajttejhez, hogy javítsák az alvadást. Kíséleteikben 0,02 % (kb. 1.8 mM) kalcium-klorid hozzáadása kb. 32 %-kal növelte az alvadék szilárdságát. Az alvadék szilárdsága 81 %-kal növekedett, amikor 10 mM-ra növelték a kalcium-klorid mennyiségét a tejben. A hozzáadott kalcium-klorid ennél magasabb koncentrációja azonban csökkent alvadékszilárdságot eredményezett. Optimális Ca-adagolással kevesebb oltóenzim használatával tudtak optimális alvadékképződést elérni, és a sajtkitermelés is növekedett. Ugyanakkor megállapították, hogy nem ismert annak a pontos mechanizmusa sem, hogy az

enzim jelenlétében, a hozzáadott kalcium-klorid hogyan segíti az alvadást és hogyan növeli az alvadék szilárdságát, mert még nem tisztázták a kimozin által katalizált reakció sebességét befolyásoló tényezőket ill. a Ca^{++} -nak a para-kazein micellákat egyesítő hatásának okát. Nagyon régóta tudott, hogy az optimális alvadék kialakulás és tulajdonság kevesebb oltó hozzáadásával érhető el, ha CaCl_2 -t használnak, ebben az esetben a kitermelés is növekszik (Knaysi 1927; Kelly, 1951; McMachon et al. 1984)

Nájera et al. (2003) szintén megerősítik a CaCl_2 adagolásának pozitív hatását illetve fontosságát a sajttej alvasztásban. Több tényező együttes hatását vizsgálva megállapították, hogy a felvágáskori alvadékszilárdság kivételével, a többi vizsgált paraméter esetén (alvadási idő, alvadékszilárdság az alvadáskor, az alvadékszilárdulás mértéke, és a szilárdulás mértéke felvágás után) a pH, az alvasztás hőmérséklete, és a CaCl_2 adagolásának összefüggése szignifikáns volt.

Bencini R.(2002) vizsgálatokat végzett formagraph-fal néhány külső tényező (mint az oldható Ca-tartalom) vizsgálatára, amelyek befolyásolhatják a tej feldolgozhatóságát ill. viselkedését a feldolgozás alatt. A vizsgálat során megállapította hogy a CaCl_2 adagolása nem volt hatással a juhtej alvadására, de a tehéntejnél csökkentette az alvadási időt és az alvadék szilárdságot 20 perc után, de később a konzisztenciát növelte. Ez azt jelzi, hogy az egyes fajok teje másként viselkedhet a technológiában.

2.1.8 Kultúra hatása

Emmons et al. (1957) zsírszegény tejporból visszaállított, 11% zsírmentes szárazanyagú tejből túróalvadékokat készítettek, 32°C-on, 7% savanyító és 2,2 ml/1000liter hozzáadásával. Tizenhét különböző kultúrát használtak. Szoros kapcsolatot találtak az aktív kultúrák által termelt alvadék pH értéke és az alvadék szilárdsága között. Tekintet nélkül a kultúrák aktivitására, alvadás után lényegében ugyanazt az összefüggést mutatták az alvadék szilárdsága és a pH csökkenés között.

A 17 kultúra nagyon változatos volt az alvadék szilárdsága és a savó savfoka, továbbá az alvadék pH értéke és a savó savfoka közötti kapcsolatot tekintve. Az egyes kultúrák által létrehozott magas savfok úszó alvadékkal járt együtt a hevítés során. Úgy tűnik, a jelenséget az magyarázza, hogy a gyengén disszociáló savak, mint a szénsav és az ecetsav különböző kultúrákban erősen termelődnek. A vizsgált adatok megmagyarázzák, hogy egyes kádakban a tej miért nem alvad szabályszerű titrálható savassági értékkel, és azt mutatják, hogy nem mindig kívánatos ugyanazt a kultúrát használni a túró, az oltós sajtok és a kultúrázott író elkészítéséhez.

2.1.9 Alvasztási hőmérséklet

Minél magasabb a hőmérséklet, annál rövidebb az alvadási- és szilárdulási idő. 20°C alatt az oltó hatása már nagyon csekély, és 10-15°C alatt már egyáltalán nem történik térhálósodás a kalcium-sóhidakkal. Ezért a víznek a kazeinhez kötődése a felelős. 10°C alatt annyira erős a hidrátburok a kazein körül, hogy általa az α -, β - és a γ -kazein védve van a kalciummal szemben. Nem jöhet létre hálós szerkezet. Magas hőmérsékleten sem alvad meg a tej oltó hatására, mert az oltóenzimek többsége érzékeny a hőmérsékletre, azaz 40-45°C fölé melegítve denaturálódnak. Scholz (2007) az általa alkalmazott oltónál azt tapasztalta, hogy 40°C felett már nem alvad már meg a tej.

Az alvasztás hőmérséklete a szinerézist is befolyásolja (Pearse és mtsai 1985, Marshall 1982), mégpedig a hőmérséklet emelése növeli a szinerézis (alvadék zsugorodása) mértékét. Ezért alkalmazzák az üstmunka során az utómelegítést a félkemény és kemény sajtok gyártásakor. Ezenél a sajtoknál a túl lassú szinerézis miatt csak olyan hosszú idő után lenne kellően szilárd az alvadék, hogy az alvadék túlsavanyodna, ami különböző sajthibákhoz vezet, továbbá jelentősen növelné a gyártási időt (kisebb kihasználtság, rosszabb hatékonyság, költségemelkedés).

2.2 A kitermelés meghatározása

A sajtgyártásban szintén igen izgalmas kérdés a kitermelés, mert ez határozza meg alapvetően a gyártás gazdaságosságát.

2.2.1 A kitermelés vizsgálatának történelme

A termelés hatékonyságának megítélésére különböző sajtkitermelési becslőegyenleteket dolgoztak ki. Ezek a gyártás gazdaságosságának a megítélésben nélkülözhetetlenek, amely az sajtok árképzésében ölt végül testet. Az elsők között volt Dean (1893) aki a következőket írta fel:

$$\text{Sajtkitermelés} = \text{Az üsttej zsírtartalma} + 1 \%$$

Ez a megállapítás nem vette kellő mértékben figyelembe az üsttej fehérje tartalmát. Erre később Renner és Ramadur hívta fel a figyelmet, akik kimutatták, hogy az üsttej zsírmentes szárazanyaga, ezen belül a fehérje- és a kazeintartalma nagyon szorosan összefügg a sajt kitermeléssel.

Ezek az összefüggések szorossága a következő volt:

- Zsírmentes szárazanyag „r” értéke 0,93
- Fehérjetartalom „r” értéke 0,98
- Kazeintartalom „r” értéke 0,97

A gyakorlatban használhatóbb lett azonban Van Dann-Janse által ajánlott számítás, amely a zsír és a zsírmentes szárazanyag 1/3-át veszi alapul a sajt kitermelésre (Molnár, Molnár, 1990).

$$\text{Sajtkitermelés} = \text{Zsír} + 1/3 \text{ zsírmentes szárazanyag}$$

A valós eredményt még jobban megközelítette Bergmann és Joost ajánlott képlete, amely szerint:

$$\text{Sajtkitermelés} = \frac{91F + 77P + 40}{100S + W},$$

ahol:

F: üsttej zsírtartalma

P: tej fehérjetartalma

S: sajt sótartalma

W: sajt víztartalma

Schulz-Kay szerint:

$$\text{Sajtkitermelés} = \text{nettózsír} + (0,75 + 0,825 \text{ WFF}) P$$

ahol:

WFF: a zsírmentes sajtanyag víztartalma

P: a sajtanyag fehérjetartalma, ez feltételezi, hogy az üsttej **fehérjetartalmából 75 % átmegy** a sajtba.

Egyszerűsített képletük:

$$\text{Sajtkitermelés} = \text{nettózsír} + (F * P)$$

ahol:

F: a zsírmentes sajtanyag víztartalmától függő faktor

A friss sajt (sózás előtti) mennyiségének kiszámítására a következő összefüggést használták:

$$F_{sm} = \frac{\ddot{U}sza - Ssza}{Sasza - Ssza} * 100$$

ahol:

F_{sm}: friss sajt mennyisége %-ban

Üsza: üsttej szárazanyag tartalma %-ban

Ssza: savó szárazanyag tartalma %-ban

Sasza: sajt szárazanyag tartalma %-ban

Természetesen a sajt sózása további tömegvesztést jelent, hiszen több folyadék távozik a diffúzió hatására, mint amennyi só a sajtba diffundál.

4. táblázat Sajtok sózás alatti vesztesége

Sózott sajt típusa	Sózás alatti veszteség %-ban
Sovány sajtok	6,0-6,1
Lágy sajtok	6,2-6,3
Fél- és kemény sajtok	6,3-6,5
Reszelni való sajtok	>6,6

A napjainkban leginkább alkalmazott üzemi sajtgyártási módszerek szerint a sajt érlelés előtt speciális gázáteresztő, vagy gáz át nem eresztő fóliába kerül. Előtte azonban, a sólével történő sózás után a felületet le kell szárítani, ez is további tömegvesztésként jelentkezik.

2.2.2 Kitermelési adatok és kitermelést javító eljárások

Sajtkitermelésen 100 kg ismert fehérje- és zsírtartalmú tejből készített sajt kilogrammban kifejezett mennyiségét értjük. Mivel a sajtgyártás alapanyagköltsége az önköltség mintegy 70 %-át teszi ki (Hadvári, 2004), ezért belátható, hogy minden üzem alapvető érdeke, hogy egységnyi alapanyagból a lehető legnagyobb eredményt érje el. Már 1 % kitermelés csökkenés is, sajttípustól függően, az üzemi veszteséget növeli. A gyártó számára tehát döntő jelentőségű,

hogy egy szigorú minősség szabályozási rendszer keretében a kitermelés ellenőrzését is megvalósítsa. A veszteségek csökkentésével és a kitermelés növelésével a gazdaságosság nő.

A kitermelés növelésének alapvetően két lehetősége van. Az egyik az üzemi veszteségek csökkentése, pl. alvadékpórlás, zsírvesztés. A másik lehetőség eleve olyan eljárások alkalmazása, amelyek ezt a veszteséget a technológiából adódóan kiküszöbölik, de döntően az eddig melléktermékben megjelenő tejalkotórészeket, pl. savófehérjéket a főtermékbe, a sajtba viszik át. A két lehetőséget együttesen alkalmazva az eredményességet még tovább emelhetjük.

5. táblázat Fontosabb hazai sajtfeleségek átlagos kitermelési adatai Forrás: Balatoni (1978)

Sajtfeleség	Az üsttej zsírtartalma	Kitermelés,%		Sózás és érlelési vesztés %
		Sózás előtt	éretten	
Lágy sajtok				
Pál pusztai	3,0	12,2	12,2	-
Sör sajt	2,8	11,1	10,6	5,0
Nemespenész sajt				
Márványsajt	3,7	11,9	11,3	4,8
Félkeménysajtok				
Trappista	2,87	9,2	9,1	0,6
Edámi	2,6	9,2	9,0	1,2
Gouda	3,2	9,4	9,3	1,0
Keménysajtok				
Ementáli	3,2	9,0	8,6	5,0

A tejből előállított sajt mennyiségét alapvetően három tényező határozza meg:

- A tej szárazanyag tartalma
- A tej fehérje tartalma
- A sajtgyártás technológiája

A kihozatal nagysága növelhető egyes eljárások alkalmazásával. Ilyen például a mikroszűrés vagy a tej beltartalmi értékeinek befolyásolása molekuláris genetikai módszerekkel.

Mikroszűréssel a tej fehérjéi natív állapotú, kazeinben és savófehérjékben gazdag sűrítményekre választhatók szét. A mikroszűrés alkalmas az üsttej fehérjetartalmának - ezen belül kazeintartalmának - növelésére, standardizálására oly módon, hogy - minden más technológiai művelet nélkül - egyidejűleg a savófehérjék 25-30 %-a natív állapotban kinyerhető, és más termékekben (fogyasztói tej, savanyított tejtermékek) értéknövelő komponensként vagy önmagában (savófehérje sűrítmény) felhasználható. A savófehérjék 25-30 %-ának natív állapotban való kinyeréséhez a tejet mikroszűréssel kb. 6,5 % fehérjetartalmúra kell koncentrálni. A kazein: savófehérje arány, e paraméterek mellett, az eredeti kb. 80:20-ról kb. 85:15-re változik. Az ilyen magas fehérje- és kazeintartalmú üsttej a hagyományos sajtkészítőkben nem dolgozható ki, annak fehérjetartalmát 4,0-4,5 %-ra kell csökkenteni (visszaállítani).

2.2.3 A sajtkitermelés korszerű vizsgálata

A gyakorlatban a valódi sajtkitermelés a következő egyszerű képlet segítségével számítható ki:

$$Kitermelés = \frac{100 \cdot \ddot{U}sza \cdot A}{Sasza}$$

ahol:

Üsza: üsttej szárazanyag tartalma

Sasza: sajt szárazanyag tartalma

„A” (az átviteli arány) azt fejezi ki, hogy az üsttej szárazanyag-tartalma milyen mértékben kerül a sajtba (pl.: 0,55, ha a szárazanyag 55%-a kerül át a sajtba). Minél nagyobb az üsttej fehérje és zsírtartalma, annál nagyobb az „A” értéke, mivel a nagyobb arányban átkerülő összetevők kiegyenlítik (növelik) a tejcukor távozása miatti kisebb átviteli értéket. Ám tudjuk, hogy az átviteli arányt több egyéb tényező is befolyásolhatja, így ez a megközelítés ma már sokszor nem elég pontos.

Legyen pl.:

Sajttej szárazanyagtartalma: 11,8%

A: 0,55 (a szárazanyag 55%-a megy át a sajtba)

Sajt szárazanyagtartalma: 56%

$$Kitermelés = \frac{100 \cdot 11,8 \cdot 0,50}{58} = 10,17\%$$

Említettek miatt több megközelítésből származó kitermelés becselő formulát írtak fel, amelyek a kitermelés szempontjából figyelembe veszik az alábbi fontos összetevőket is:

- Parakazein
- Zsír
- Víz
- Vízben oldott anyagok
- Savó fehérjetartalma, stb.

Ezek alapján négyféle formulát írtak le. Mindegyik formula más-más módon alkalmazza a fent említett különböző fázisokat. Elnevezésük önkényesen legyen most a következő:

- A formulák
- B formulák
- C formulák
- E formulák

Az „A” típusú formulák megoszlának a nedvességtartalom, a savó szárazanyag tartalom és ásványi anyag tartalom beszámításának módja szerint. Ezáltal veszik figyelembe a parakazein és a sajt-zsírtartalom arányát.

$$Y_{(cheddar)} = \frac{(0,93F + C - 0,1) \cdot 109}{100 - M} \quad \text{Pontosított Van Slyke és Price (1949)}$$

ahol: F: tej zsírtartalma %, C: sajt kazeintartalma %, M: sajt nedvességtartalma (%)

Fenti módszert, egyszerűsége és megfelelő pontossága miatt, mai is előszeretettel alkalmazzák.

Másik, hasonlóan pontos becslés a következő képlettel adható meg:

$$Y = \frac{F \cdot K_f + 0,94 \cdot (0,97C + 0,78)}{1 - M} \quad \text{Lelièvre (1983)}$$

A „B” típusú formulákkal a savó szárazanyag tartalmát, a só tartalmát, a parakazein tartalmát és a nedvességtartalmát arányaiban viszonyítják a sajt zsírtartalmához és a zsírmentes sajtanyaghoz. Ahogyan látható, ezek kissé bonyolultabb, megközelítések.

$$K = \left[F * K_f + \frac{(\alpha * P - 0,22)}{1 - SDC - FDC - \left[\frac{WS}{1 - WS} \right] \cdot \left[\frac{M}{1 - M} \right]} \right] \cdot \left[\frac{1}{1 - M} \right]$$

vagy:

$$K = \left[F \cdot K_f + 1,2142P - 1,149K_u \cdot P_u \right] \cdot \left[\frac{1}{1 - M} \right]$$

A „C” **formulák** a sajt sótartalmát, a savó szárazanyagtartalmát és a sajt nedvességtartalmát is figyelembe veszik, és ehhez viszonyítják a kazein tartalmat.

$$Y_{(cheddar)} = 0,93F + \left[\frac{1,11682C}{1 - MFFC} \right] \quad \text{Módosított Van Slyke és Price (Favier, 1986)}$$

Az egyenletekben szereplő kifejezések jelentése:

M: A sajt nedvességtartalma (%), pl 45% nedvességtartalom esetén: 45)

Msef: az a nedves frakció a sajtban amely a savó szárazanyag tartalmának oldásában vesz részt

SDC: sófrakció a száraz sajtban

SC: sajt sótartalma (%)

α : átváltó faktor a tejben lévő fehérjéről a parakazein kalcium-hidrogén foszfát összetételre

FDC: sajt zsírmentes szárazanyagtartalma (%)

FC: sajt zsírtartalma

Kc: tej kazein átviteli aránya (parakazein – kalcium-foszfátra számított érték)

Kf: tejszír átvitel a sajtbba (átviteli arány)

P: tej fehérjetartalma (%)

Y: sajtkitermelés (%)

C: a sajttej kazein tartalma (%)

F: a sajttej zsír tartalma (%)

MFFC: a zsírmentes sajt nedvességtartalma (%), ezt található a Codex Alimentariusban is, mint összetételi követelmény)

WS: savó szárazanyag (%)

Az „E” formulák a sajtgyártási gyakorlaton alapuló, ott végzett tömegméréseket veszik figyelembe és a sajttej zsír és kazeintartalmával számolnak, pl.:

$Y=1,1F+2,5C$ Babcock, In: Marshall (1986)

$Y=1,189F+2,084C$ McDowall₁ (1936)

$Y=0,98F+2,42C$ McDowall₂ (1936)

$Y=1,21F+2,109C$ módosított McDowall (1936)

$Y=1,135F+2,111C-0,171$ Eino (1974)

$Y=1,32F+1,32C+1,58$ Banks (1981)

$Y = 2,31F + 5,77 CN - 5,97$ Mingruo Guo (2004), *kecske lágysajtra (túróhoz hasonló)*

6. táblázat Az „E” típusú formulákra megadott becslőegyenletek alapján számított kitermelés értékek (Y; zsírtartalom: 3,3%; kazeintartalom: 2,67%)

Vizsgált „E” formula	Tejzsír szorzó (*F)	Tejkazein szorzó (*C)	Kitermelés (%)
Babcock	1,10	2,50	10,31
Mcdowal ₁	1,19	2,08	9,49
Mcdowal ₂	0,98	2,42	9,70
Mcdowal ₃	1,21	2,11	9,62
Eino	1,14	2,11	9,23
Banks	1,32	1,32	9,46

A táblázat adataiból kitűnik, hogy az egyes becslőegyenletek között, ugyanarra az elegytejre vonatkoztatott tejzsír és tejkazein összetételre is, viszonylag nagy szórás a jellemző. Innen is látszik, hogy a gyártók számára szükség van egy viszonylag azonos képet mutató módszerre, amelynek kellően pontosnak, megbízhatónak, egyszerűnek kell lennie és a kisebb üzemek számára is elérhető (alacsony költségek jellemezzék a megvalósítást).

Az A, B, C formulák az alapnak tekinthető kitermelési formulából lettek fejlesztve, és amelyek a sajtban visszatartott zsírt, parakazein és kalciumfoszfát komplexet, a savó szárazanyag tartalmát és a sajt nedvesség tartalmát tartalmazzák. Ezen a formulák jelentősége az, hogy a legtöbb sajtféleség esetén lehet alkalmazni. De a tudománynak és a gyakorlatnak is szüksége van arra, hogy az egyenletekben meghatározott konstansokat, konkrét üzemi gyártások során is ellenőrizze. Ezek a formulák úgy tartalmazzák a savó szárazanyag tartalmát, mint egy olyan

faktort, ami akkor válik szükségessé, ha a sajtok nedvesség tartalma eltérő. Némelyik formulát úgy egészítették ki, hogy tartalmazza az „oldott anyag” faktort, amely figyelembe veszi a savó szárazanyagot nem tartalmazó nedvesség para-kazeinhez kötődő részét. Vitatott, hogy mennyire befolyásolja az eredményeket a sajtnak az állandó abszolút nedvességtartalma, vagy a zsírmentes sajtanagnak az állandó nedvességtartalma. A gyártás során azonban fontos a minőségi (pl. összetétel) és az érzékszervi tulajdonságok alakulásának a figyelembe vétele is, pl., ha a kazein-zsír aránya a tejben nem állandó, különösen, ha alacsony zsírtartalmú sajt készítményekről van szó. Ilyen esetekben a különböző formulák más-más nedvességtartalmat használnak.

Ezek a következők:

- „A” és „B” formulák az abszolút nedvességtartalmat használják
- „C” formula pedig a zsírmentes sajt nedvességtartalmát használja fel.

A tej összetételéből származtatott becslőegyenletek ipari és kísérleti alkalmazhatósága sokat vitatott kérdés. **Ezen azonban becslőegyenletek lehetővé teszik, hogy az aktuális kitermelést az elméleti kitermelés százalékában kifejezve alkalmazzák a nyerstej komplex árképzésében és a sajtgyártás hatékonyságának értékelésében.** Ez az egyik alappillére a tejgazdaságnak, ugyanis a nyerstej árszínvonala alapvetően meghatározza a tejtermékek árát, ennél fogva befolyásolja a bel- és külpiazi versenyképességet. Ha egy korszerű becslőegyenletet használunk, akkor elmondható: hogy ha összevetjük az aktuális kitermelést az elméleti kitermeléssel, akkor a kapott érték rámutathat a rejtett veszteségre, ami később, az azonosított ok kezelésével, a sajtgyártás eredményes fejlődéséhez járulhat hozzá.

Ehhez a *relatív kitermelés* értékét kell kiszámolni, ami:

$$Y_r(\%) = \frac{\text{aktuáliskitermelés}}{\text{elméletikitermelés}} \cdot 100$$

képlettel tehető meg.

Az árképző egyenletek alapját a kitermelési egyenletek adják a sajtüzemekben. Ezen tej és később sajt-ár kialakító egyenletekben általában a zsír, (fehérje) a kazein tartalom szerepel, mint az árat befolyásoló tényező.

Összefoglalva tehát az általános következtetések:

- *Az A és B formulák pontosabbnak tűnnek, jobban használhatók, amikor a sajt nedvességtartalmát állandó értéken akarjuk tartani.*
- *Az A, B, C formulák jól használhatónak tűnnek abban az esetben, ha a tej Kazein:Zsír arányát állandóra állítjuk be.*
- *A C formulák inkább alkalmasak a különleges sajtok kitermelésének becslésére, mint pl. a csökkentett zsírtartalmú sajtok. Ugyancsak jobbnak tűnnek az A és B formuláknál, ha a szezononként változó összetételű sajttejben nincs Kazein:Zsír-standardizálás.*
- *Az E formulák inkább akkor pontosabbak, ha a természetesen változó zsír- és fehérjetartalomhoz nem nyúlunk hozzá, nincs pl. zsírbeállítás.*
- *Az általános formulák általában adott esetben jól használhatók, de az új technológiák, pl. az UF, a CO₂ kezelés, esetleg a homogénezés, bevezetése, stb. miatt, ezeket mindenképp felül kell vizsgálni.*

Azt is megállapíthatjuk, hogy a legtöbb irodalmi formula pontossága tulajdonképpen a kazeintartalom meghatározásától függ leginkább. Sajnos azonban gyors és olcsó módszer a kazein tartalom meghatározására nincs, igaz eltérő pontosságú bonyolultabb vizsgálatok a rendelkezésünkre állnak, ilyen például a formol titrálás. A nagyobb sajtgyártók számára (mert a műszer igen drága) azonban lehetőség nyílik olyan IR vagy NIR fotométerek beszerzésére, amelyek képesek pontosan meghatározni a tej kazeintartalmát is. E nélkül a gond leginkább azoknál az egyenleteknél jelentkezik, ahol csak az összfehérje-tartalmat veszik figyelembe. A gond oka az, hogy a tejben a kazein arányát állandónak veszik, ám az folyamatosan változik időszaktól (évszaktól, laktációtól) függően. Így a kazein aránya - az összes fehérjében! - akár 2 %-ot is változhat. Egyes kutatók bebizonyították, hogy az egyesfajták teje között is lehet lényeges kazein arány eltérés. Vizsgálatuk kiterjedt Jersey fajtákra, ahol 80,3 %, míg a Holstein típusú teheneknél 78,4 % volt a kazein aránya. Innen is láthatjuk, hogy a kazein tartalom pontos meghatározása milyen lényegi lépése a kitermelés pontos meghatározásának. Fontos azonban a megfelelő üzemi tárolás is, ugyanis az enzimtevékenység további, kazeintartalmat befolyásoló tényező.

Lolkelma (1978) szerint a savó és a tej fehérjetartalmából meg lehet becsülni a kazeintartalmat. Ám mivel ez az eredmény becslésen alapul, ennek a pontosságára sem lehet biztosan alapozni, valamint ez csupán utólagos vizsgálat, hiszen a savó az ismeretlen kazeintartalmú tejből származik.

Gyakorlati jó tanácsként annyit lehetne mondani, hogy a lehetőségek közül válasszuk az aktuális helyzetre leginkább ajánlott általános formulát, használjuk mindig ugyanazt és a relatív kitermelés meghatározásával értékeljük a kitermelés színvonalát.

2.3 Ellenőrző kérdések:

1. Mit nevezünk kitermelésnek és relatív kitermelésnek?
2. Sorolja fel a tej alvadását befolyásoló tényezőket!
3. Fejtse ki a tőgyfertőzés (gyulladás) alvadásra, sajtgyártásra gyakorolt hatását!
4. Mely tényezők befolyásolják alapvetően a gyártott sajt mennyiségét (a kitermelést)?
5. Ismertesse a leginkább elfogadott, sajt kitermelést becslő egyenleteket!
6. Milyen technológiai műveletekkel lehet a kitermelést növelni?

3. JÉGKRÉMEK GYÁRTÁSA

A jégkrémek különböző eredetű összetevőkből hőkezeléssel, rendszerint homogénezéssel, szükség szerint érleléssel és hűtött állapotban végzett habosítással, ezt követő fagyasztással készülnek. Szilárd vagy pépes szerkezetű, csomagolt termékek, amelyet fagyasztott állapotban tárolnak, szállítanak, árusítanak és fogyasztanak.



Ezen jellemzőik és eltérő tulajdonságaik miatt a fagyaltokat nem ide soroljuk. A jégkrémeket az alábbi csoportokba soroljuk:

Tejjégkrém: olyan jégkrém, amelynek meghatározó összetevői a tej és/vagy tejfehérje tartalmú termékek és a tejszír. A tejjégkrém zsír- és fehérjetartalma csak tejeredetű. A tejjégkrém tejeredetű zsírtartalma legalább 5% (m/m). Vízét kizárólag a vízelvonással készült anyagok víztartalmának visszaállításához használnak.

Tejes jégkrém: olyan jégkrém, amelynek meghatározó összetevői a tej és/vagy tejfehérje tartalmú termékek és a tejszír. A tejes jégkrém zsír- és fehérje-tartalma csak tejeredetű. A tejes jégkrém tejeredetű zsírtartalma legalább 2,5% (m/m), zsírmentes tejszárazanyag-tartalma legalább 6,0% (m/m).

Gyümölcsjégkrém: olyan jégkrém, amelynek meghatározó összetevője a gyümölcs. A termék gyümölcstartalma legalább 15% (m/m), az fejezet mellékletében meghatározott esetek kivételével.

Szorbé (Sorbet): olyan gyümölcsjégkrém, amely hozzáadott zsíradékot nem tartalmaz. A termék gyümölcstartalma legalább 25% (m/m), az ÉM 2-401 1. mellékletben meghatározott esetek kivételével.



Tejes gyümölcsjégkrém: olyan jégkrém, amelynek meghatározó összetevője a gyümölcs mellett, a tej és/vagy tejfehérje-tartalmú termék és a zsiradék. A tejes gyümölcsjégkrém fehérjetartalma csak tejeredetű. A tejes gyümölcsjégkrém összes zsírtartalma legalább 1,5% (m/m), gyümölestartalma legalább 15% (m/m), az 1. mellékletben meghatározott esetek kivételével.

Jégkrém: olyan jégkrém, amelynek meghatározó összetevői a fehérje és a zsiradék.

Vizes jégkrém: olyan jégkrém, amely sem hozzáadott zsiradékot, sem hozzáadott fehérjét nem tartalmaz.

A jégkrém, különösen a tejalapú jégkrém igen értékes táplálék. Tápanyagokban dús, nagy élvezeti értékű élelmiszer. Viszonylag sok zsírt és szénhidrátot, ugyanakkor valamivel kevesebb fehérjét, ásványi sót és vitamint tartalmaz, ezért elsősorban kiváló energiaforrásnak tekinthető. Táplálkozási jelentőségét növeli, hogy kedvező hatással van az emésztésre. Igen sok változatban készíthető, így ismert kalóriaszegény, diétás és diabetikus változata is, ezért gyakran, mint diétás élelmiszert alkalmazzák.

7. táblázat A jégkrémek összetételi előírásai (ÉM 2-401)

A 2. § szerinti jégkrémtípusok	ÖSSZETÉTELI JELLEMZŐK							
	Zsírmentes tejszárazanyag	Fehérjék		Zsiradékok		Gyümölcsök		
		Tejfehérje	Egyéb fehérje	Tejzsír	Egyéb zsiradék	Általános	Savanyú és intenzív ízű	Diófélék
1.1. Tejjégkrém		tartalmaz	nem tartalmaz kivéve 3. § 3. pont	legalább 5,0% (m/m)	nem tartalmaz kivéve 3. § 3. pont			
1.2. Tejes jégkrém	legalább 6,0% (m/m)	tartalmaz	nem tartalmaz kivéve 3. § 3. pont	legalább 2,5% (m/m)	nem tartalmaz kivéve 3. § 3. pont			
1.3. Gyümölcsjégkrém						legalább 15,0% (m/m)	legalább 10,0% (m/m)	legalább 5,0% (m/m)
1.4. Szorbé				nem tartalmaz		legalább 25,0% (m/m)	legalább 15,0% (m/m)	legalább 7,0% (m/m)
1.5. Tejes gyümölcsjégkrém		tartalmaz	nem tartalmaz kivéve 3. § 3. pont	Tejzsír és/vagy egyéb zsiradék, legalább 1,5% (m/m)		legalább 15,0% (m/m)	legalább 10,0% (m/m)	legalább 5,0% (m/m)
1.6. Jégkrém		Tejfehérjét és/vagy egyéb fehérjét tartalmaz		Tejzsírt és/vagy egyéb zsiradékot tartalmaz				
1.7. Vizes jégkrém		nem tartalmaz		nem tartalmaz				

3.1 A gyártáshoz használt alap és adalékanyagok

A jégkrém keverék alapja a víz, amelyben az egyes anyagok valódi oldat, kolloid oldat vagy emulziós állapotban vannak. Az oldható tejfehérjék, a cukor, a vízoldható vitaminok, a tejcukor és az ásványi sók alkotják a valódi oldatot, míg a kazein és az adagolt stabilizáló szerek a kolloid oldatot. A zsír az emulgeáló szerek használata révén kis golyócskákat alkotva, emulzió formájában található a vízben.

A jégkrémgyártásban a tejszírt elsősorban természetes formájában, mint tejszín, sűrített tej, vaj, zsírmentes vajzsír vagy tej használják fel. A tejszíron kívül növényi zsiradékkal is készítenek jégkrémeket, általában pálma olajat és kókusz olajat, de más olajakat is felhasználhatnak.

A jégkrém zsírmentes tej szárazanyag-tartalmát tej, sűrített tej, tejpör, esetleg író- vagy savópor hozzáadásával állítják be a kívánt értéket. A folyékony alapanyagok felhasználása egyszerűsíti a gyártást. A tej zsírmentes szárazanyaga, annak élettani hatásán túl a jégkrém stabilizálását, végsős soron minőségét javítja vízkötő és emulgeáló képességével (lásd fehérjék). Ugyanígy, a habosítás segítségével, a habtulajdonságok biztosítása mellett, javítják a termék krémességét is. Tej és tejes jégkrémek esetében a keverék zsírmentes szárazanyagtartalmának beállítására jó iránymutató a szakirodalomból származó praktikus képlet. Igaz nem biztos, hogy mindenben követi az összetevők mennyiségére vonatkozó mai szabályozást, de hogy a jégkrém jó lesz, az bizonyos.

$$ZSMSZA (\%) = \frac{17(100 - \text{egyéb SZA})}{117}$$

ZSMSZA: zsírmentes szárazanyag tartalom

egyéb SZA: a zsíron kívüli szárazanyag-tartalom (%)

A cukor egyrészt kiegyensúlyozza a zsírtartalmat, másrészt növeli a szárazanyagtartalmat és vizet köt meg, ami a megfelelő állag és a sima állomány feltétele. Természetesen íz-kialakító hatása sem elhanyagolható. Édesítésre szőlő-, répa- vagy nádcukrot, dextrózt, néhány terméknel újabban különböző cukor szörpöket, de mesterséges édesítőszereket is használhatnak (pl. diabetikus jégkrém esetén). Egyes esetekben, a cukrok helyett némi mesterséges édesítőszer segíthet a tejszárazanyag megfelelő mennyiségének elérésében.

Cukormentes jégkrémek esetében a legerősebb mesterséges édesítőszer mellett gyakran van szükség egyéb, a jégkrém szerkezetét segítő anyagokra is, mint maltodextrin, polidextróz, szorbitol, laktitol, glicerol, vagy más cukor alkoholok.

A megfelelő szerkezet kialakításához kis mennyiségben emulgeáló- és stabilizáló szereket is alkalmazni kell a keverék összeállításakor. Az emulgeálószer a zsírgolyócskákat tartják stabil állapotban az emulzióban és hozzájárulnak a jégkrém sima állományának kialakításához. Közös jellemzőjük, hogy a zsír, és víz fázisok közötti felületi feszültséget csökkentik. Leginkább mono-, és diglicerideket használnak, amelyek jellemzően növényi olajokból, egy, vagy két zsírsav lehasításával készülnek, így a molekula egyik része hidrofíl a másik lipofil. Adagolásukkal a tejfehérje mennyisége csökkenthető és segítik a szerkezetkialakítást a habosítás-fagyasztás alatt. Ugyancsak befolyásolják a zsírsavak kristályosodását a fagyasztás alatt, így kisebb az esélye a zsír túlzott kiköpidülésének, zsírcsomók képződésének.

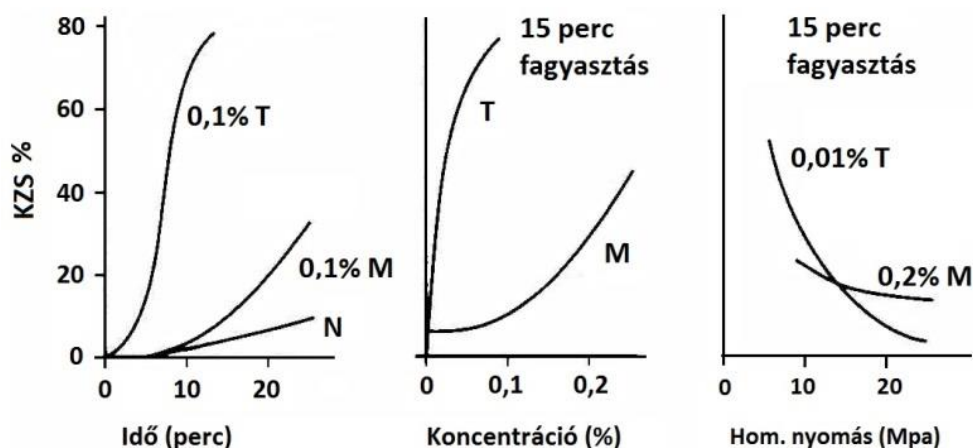
A stabilizáló szerek egyik fő feladata a szabad víz megkötése, ezen keresztül a nagy jégkristályok kialakulásának megakadályozása a jégkrémekben. Ugyancsak hozzájárulnak a jó szerkezet kialakításához és a jó (lassú) oladási tulajdonságok eléréséhez. A gyakrabban alkalmazott stabilizálószer a zselatin, nátrium-alginát, karragén, xantán, guarliszt,



szentjánoskenyérmag liszt, CMC (carboximetil-cellulóz), HPMC (hidroxipropil-metilcellulóz). Adagolásukkor arra kell figyelemmel lenni, hogy túladagolásakor a keveréket nehezen kezelhetővé, zseléssé tehetik, alul adagolásakor viszont a nagyobb jégkristályok képződése miatt, fogyasztáskor a hidegérzet fokozódik. Ez utóbbi esetet tovább ronthatja a hosszabb tárolás alatti túl nagy hőmérséklet-ingadozás, ami a nyelvünkkel is érezhető méretű jégkristályokat eredményez.

A stabilizálószer túladagolását el kell kerülni, mivel túlzott viszkozitás-növekedést, valamint a fagyasztási idő túlzott meghosszabbodását okozhatják, ami a zsír kiköpidülésének arányát lényegesen megnövelheti, ezzel jelentős állomány és érzékszervi hibát okozva. A kiegyensúlyozott keverék összetétel tehát a záloga a jó jégkrém szerkezetnek és minőségnek. Minél nagyobb arányban képződnek és minél nagyobb zsírgolyócska-halmazok, annál inkább

csökken a termék fényessége (száraznak tűnik a felület, mert nem csillog) és annál inkább érezhetőek lesznek a zsírdarabkák a jégkrémekben.



3. ábra A fagyasztási idő, az emulgeálószer természete, koncentrációja és a homogénezési nyomás hatása a kivált zsír mennyiségére. (T: Tween agar, M: glicerín monosztearát; KZS: kivált zsír az összes zsír %-ában; N: nincs emulgeáló anyag)

Az ízesítőanyagok közül talán a csokoládé a legfontosabb, de elterjedten használják a legkülönbözőbb gyümölcsöket, karamellt, vaníliát, stb., valamint természetes eredetű aromákat. Ugyancsak szükség lehet, elsősorban a gyümölcsjégkrémeknél, az engedélyezéshez kötött színezőanyagok alkalmazására is.

3.2 A jégkrémek gyártásának technológiája

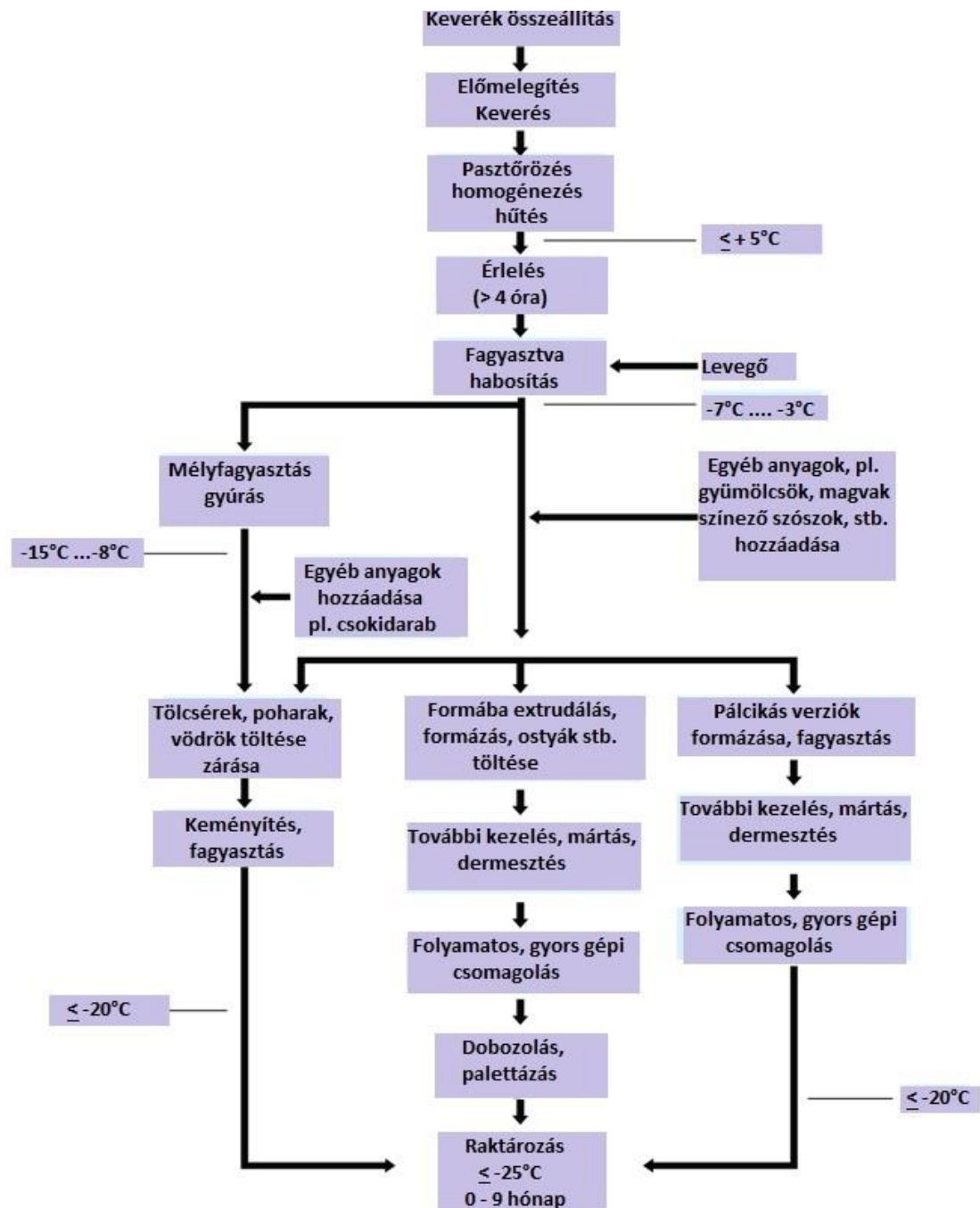
A keverék készítésénél, a keverékkészítő tankban, intenzív keveréssel és hűtéssel, kombinálható köráramoltatással egynemű keveréket készítenek, amelyet a megfelelő kezelés után keveréktároló-érlelő tartályokba juttatnak.

A keverék kezelése szűrésből, homogénezésből (70 °C, 180-200 bar), pasztörözésből (80 °C, 40 sec hőntartással), hűtésből (4-5 °C-ra) és az érlelésből (3-8 óra) áll.



A fagyasztáskor cél a kisméretű jégkristályok kialakítása (10-50 µm), és a megfelelő térfogatnövekedés elérése.

A jégkrémek készítésének folyamata jól nyomon követhető a következő ábrán.



4. ábra A jégkrémgyártás folyamata

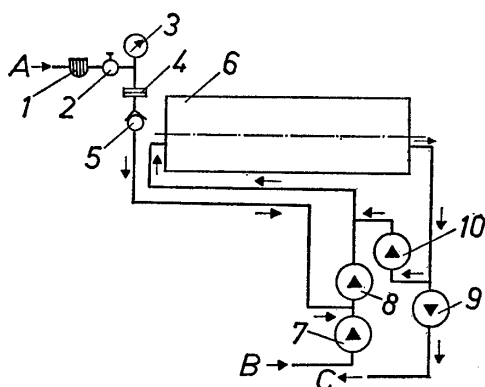
3.2.1 A keverék készítése

A jégkrém-keverék összeállításakor a következő főbb alapelveket kell figyelembe venni:

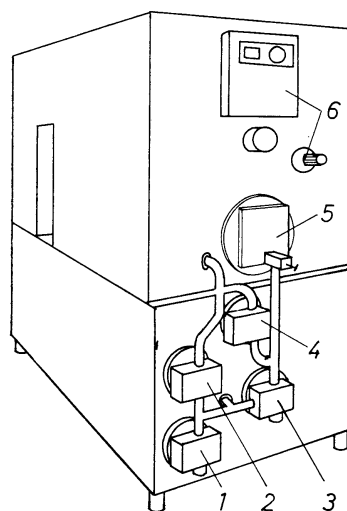
- A jégkrém minimális zsír- és szárazanyag-tartalmát, ahogyan láttuk, rendeletek írják elő. A gyártók az előírtnál több zsírt, szárazanyagot és ezen belül is főleg cukrot adagolhatnak, hogy a termékek a fogyasztói igényeknek jobban megfeleljenek.

- A keverék összetételét és szárazanyag-tartalmát elsősorban a habosítás mértéke szabja meg. Ha ugyanis a nagy szárazanyag-tartalmú keverék térfogatát csak az optimálisnál kisebb mértékben növeljük meg, a termék túl „nehéz” és nem ízletes. Fordított esetben - a kis szárazanyag-tartalmú keverék túlzott habosításakor - a jégkrém túl „könnyű”, élvezeti értéke alatta marad az optimálisnak.

A jégkrém-keverék összeállításakor igen lényeges a kétirányú „kiegyensúlyozás”. Ez egyrészt a keverékben a zsír-cukor egyensúlyát, másrészt pedig az összes szárazanyag- és víztartalom megfelelő arányát jelenti. Az előbbi gyakorlatilag arra utal, hogy adott zsírtartalomhoz bizonyos cukormennyiség szükséges, hogy a terméket fogyasztáskor ne érezzük túlzottan zsírosnak. A termék sima állománya, megfelelő szerkezete csak úgy érhető el, ha kialakítjuk a szárazanyag- és víztartalom megkívánt arányát. Ha túl nagy a keverék víztartalma, fagyasztás közben a viszonylag nagyobb jégkristályok képződésének a veszélye áll fenn.



1. Levegőszűrő 2. Szelep 3. Nyomásmérő 4. Levegőszűrő 5. Ellenőrző szelep 6. Fagyasztóhenger 7. Keverékszivattyú, 8. Keverék-levegő szivattyú 9. Kihordószivattyú 10. Visszakeringető szivattyú
- A/ Levegő betáplálás B/ Jégkrém-keverék bejuttatása C/ Jégkrém kitáplálás



1. Keverékszivattyú 2. Keverék-levegő szivattyú 3. Kihordószivattyú 4. Visszakeringető szivattyú 5. Fagyasztóhenger 6. Kezelőszervek, automatika

5. ábra A freezer részei, működése

Az ilyen termék jeges ízű, fogyasztáskor túl hidegnek tűnik. Ha a szárazanyag-tartalom nagyobb az optimálisnál, könnyen előfordulhat, hogy a termék „homokos” lesz, amit a tejcukor lassú kikristályosodása okoz a tárolás folyamán.

A kisebb jégkrémüzemekben az alapanyag-keveréket fűthető és hűthető, megfelelő keverőszerkezettel ellátott tartályban állítják össze, amelyben egyúttal a hőkezelés is elvégezhető. A folyékony anyagokat közvetlenül, a szilárdakat vízben vagy soványtejben való előzetes oldás után adják a keverékhez.

A korszerű nagyüzemekben az alapanyag-keverék összeállítása automatikus. A keverék készítéséhez szükséges valamennyi alkotórészt külön tartályokban, silókban tárolják, amelyekből a szilárd állományúakat pl. adagolócsiga, a folyékonyakat mérőóra segítségével juttatják a por-, illetve folyadékmérő tartályba. A bemérés után a keverékkészítő tankban intenzív keveréssel és hűtéssel kombinálható köráramoltatással egynemű keveréket készítenek, amelyet a felváltva üzemelő nyerskeverék-tároló tankokba ürítenek. A keverőrendszerek fontos tartozéka a CIP tisztítórendszer.

A keverék készítésének általános elve, hogy csak azokat az adalékokat adják később a keverékhez, amelyek nem homogénezhethetők, vagy a hőkezeléstől károsodnak. Ezek mikrobiológiai állapotának tökéletesnek kell lennie, nehogy a jégkrémet utófertőzzék.

3.2.2 A keverék kezelése

A keverék kezelési művelete: a tisztítás, a homogénezés, a pasztörözés és az érlelés.

A tisztítás célja, hogy az alap és segédanyagokból esetleg a keverékbe került idegen anyagokat (szilárd szennyeződéseket, csomagolószer-maradványokat stb.) eltávolítsák.

Fontos, hogy a feloldatlan anyagok eltávolítása a homogénezés előtt történjék meg, mert a szilárd részek károsíthatják a homogénezőgépet.

A tisztítást rendszerint a nyerskeverék-tároló tankok után a csővezetékbe épített szűrőkkel végezzhetik.

A *homogénezés* célja az alapanyag-keverék stabil zsír a vízben emulziójának kialakítása és annak megakadályozása, hogy a zsír a fagyasztás közben túlzott mértékben deemulgeálódjon (kiköpülődjön). E célból a zsírgolyócskákat 2 μm -nél kisebb átlagos átmérőjűre aprítják.

A homogénezési nyomás és hőmérséklet jelentősen befolyásolja a jégkrém tulajdonságait, különösen a fagyasztás alatti viselkedését. Ha tejzsírt használnak, általában 70 °C hőmérsékleten és 180-200 bar nyomáson, ha növényi zsiradékot, 65 °C körüli hőmérsékleten és 120-140 bar nyomáson homogéneznek. A homogénezést többnyire két fokozatban végzik, a második lépcsőben kb. 35 bar a nyomás.

Általános elv, hogy a keverék zsírtartalmának módosításával a homogénezési nyomást is változtatni kell. Persze, a keverék egyéb összetevőit is figyelembe kell venni, de alapszabály, hogy 1 % zsírtartalom-növelés 7-8 bar nyomáscsökkenést igényel és fordítva. A homogénezési hőmérséklet emelése kisebb keverék-viszkozitást hoz létre, és általában csökkenti a zsírgolyók összetapadási hajlamát. Az előzőeket figyelembe véve az említett hőmérsékleteket és nyomásokat csak tájékoztató értékeknek tekinthetjük. A mindenkori paramétereket a helyszínen kell meghatározni úgy, hogy a keverék helyes homogénezésével az említett kettős feladatot teljesítsük. Annál is inkább, mivel magasabb zsírtartalom esetén előfordulhat a keverék viszkozitásának lényeges növekedése, amit mindenképpen el kell kerülni, mert rossz termékstruktúrát idéz elő.

A *hőkezelés* célja a jégkrém megfelelő mikrobiológiai állapotának megalapozása. Kisüzemekben gyakran magában a keverékkészítő tankban végzik a hőkezelést, 65 °C hőmérsékleten, 30 perces hőtartással. A keverék pasztörözését általában lemezes hőcserélőben végzik 75-80 °C hőmérsékleten, 15-40 másodperces hőtartással, de ennél magasabb hőmérséklet alkalmazása is megengedett.

Így az ultrapasztorizációt is alkalmazzák. A magasabb hőmérsékletű kezeléssel - a tejfehérjék vízkötő képességének javulása folytán - csökkenthető a stabilizálószer mennyisége. További előny, hogy a végtermék általában tisztább ízű lesz, bár a túlzott hőterhelés főtt ízt is okozhat. A steril alapanyag-keveréket, UHT esetén, a továbbiakban aszeptikus körülmények között kezelik. A keveréket gyakran konzerv formájában hosszabb ideig tárolják, és a kisebb jégkrémgyártó egységeket (cukrászdákat, vendéglőket) látják el vele.

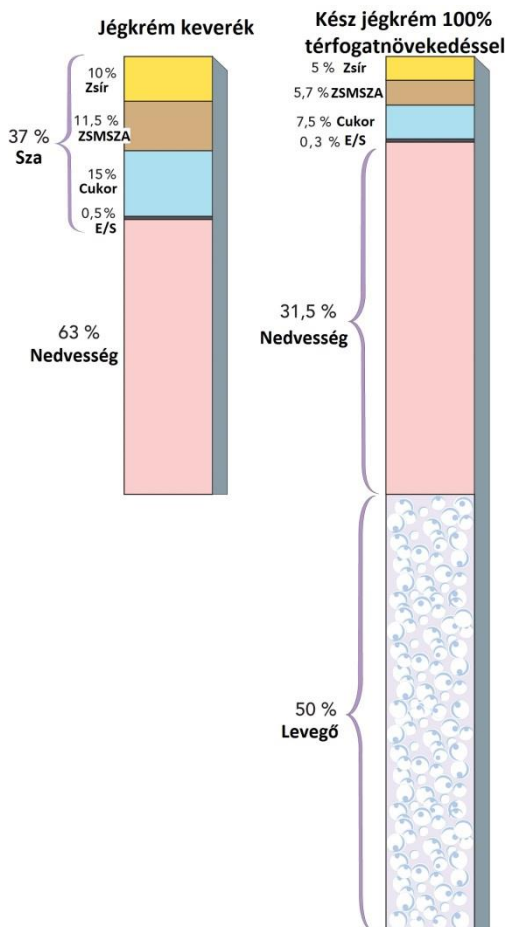
Érlelés. A keveréket a hőkezelés és hűtés után, a fagyasztás megkezdése előtt 4-5 °C hőmérsékleten, állandó keverés mellett 3-8 óráig hidegen érlelik. A művelet célja a fehérjék hidratálása, duzzasztása és a zsír megdermesztése.

A keverék érlelésére zselatin használatakor feltétlenül szükség van. Az újabb kombinált stabilizáló-emulgeáló szerkeverékeket használva az érlelés nem alapvető követelmény, de általában kedvező hatású. Rendszerint hűthető, megfelelő keverővel és beépített szórófejjel rendelkező zárt tankokban érlelnek.

3.2.3 Fagyasztás és habosítás

A fagyasztás a jégkrémgyártás legfontosabb technológiai művelete. Célja a víztartalom egy részének jéggé fagyasztásával és a keverék egyidejű habosításával a sűrű, krémszerű állomány és a laza, levegős szerkezet kialakítása. Fagyasztásra folytonos működésű fagyasztógépeket (ún. freezereket) használnak.

A fagyasztáskor a gyors lehűtés és az erőteljes keverés következtében nagyszámú mikroszkopikus méretű (10-50 µm-es) jégkristály keletkezik, ezek fagyasztáskor a szájban nem



érezhetők. A kisebb jégkristályok kihatnak az íz jobb érzékelésére is. Ilyenkor rendszerint kevesebb ízesítőanyag szükséges ugyanolyan ízhatáshoz, mint amikor nagyobb jégkristályok vannak a jégkrémekben.

A mindenkori fagyási hőmérséklet a keverék összetételétől, pontosabban az oldott anyagok töménységétől függ, de kb. -3 °C körül kezdődik meg.

A fagyasztás alatti levegőbekeverés jelentős térfogatnövekedéssel (overrun) jár, amit százalékban szoktak kifejezni. A leggyakrabban gyártott jégkrémek térfogat-növekedése 90-100 %. (Ezt a cukrászatokban nem lehet elérni, így ott más összetételre van szükség, és a termék a jégkrémekkel nem azonos tulajdonságú.) A kis szárazanyag-tartalmú keverék kisebb, a nagyobb pedig nagyobb térfogat-növekedést tesz lehetővé. A mindenkori térfogat-növekedést - az

egyéb befolyásoló tényezők figyelembevétele mellett - általában a fogyasztói igényekhez igazítják.

Külföldön újabban a százalékban kifejezett térfogat-növekedés helyett egyre inkább a fajtérfogat fogalmát használják. A 100 %-os térfogat-növekedésnek a kb. 2 liter/kg fajtérfogat felel meg.

A fagyasztás és az erőteljes keverés hatására a keverékben a zsíremulzió részleges felbomlása, deemulgeálódása következik be. Ez a részleges „kiköpülődés” fontos szerepet játszik a jégkrém laza szerkezetének rögzítésében. Optimális mértékű deemulgeálással jól formázható jégkrém készíthető, és a végtermék a felolvadáskor is jól megtartja alakját. A zsíremulzió túlzott mértékű felbomlása természetesen súlyos gyártási hiba.

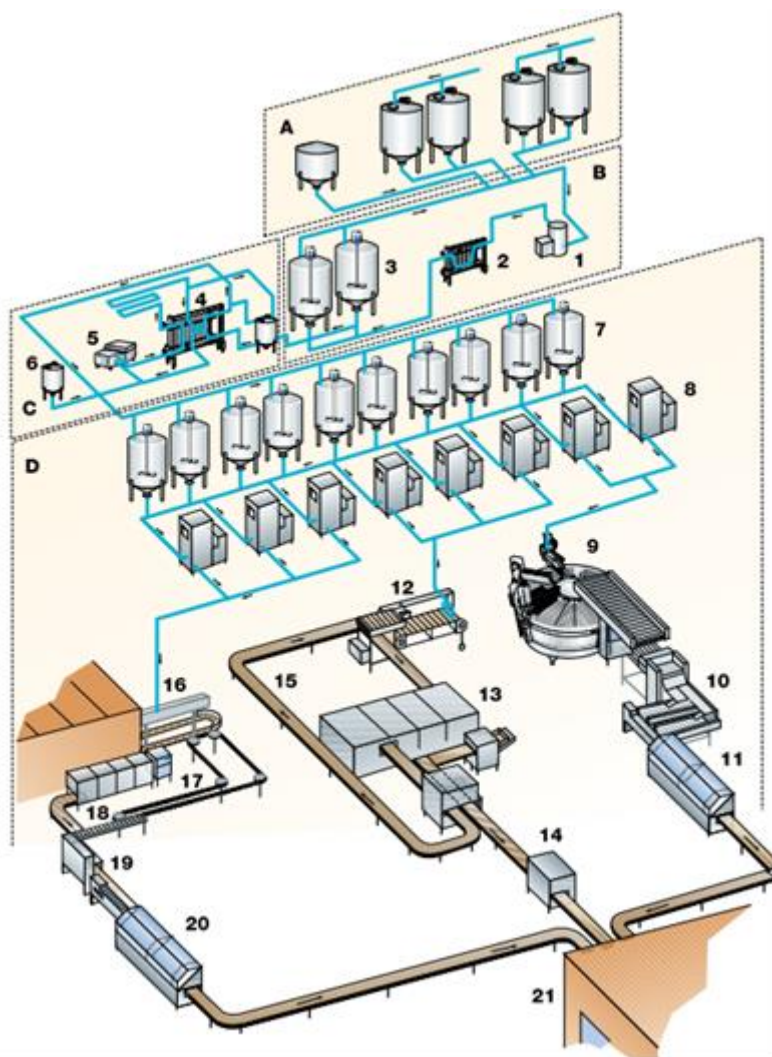
3.2.4 Adagolás és csomagolás

A fagyasztás során a keverék víztartalmának csak egy része fagy meg. Ennek hatására a fagyasztógépből kikerült anyag krémszerűen sűrűn folyó állományú. Ilyenkor a jégkrém könnyen alakítható, formázható, ezért ebben az állapotában végzik a külső forma kialakítását és a csomagolást.

Csomagolóanyagok. A jégkrém csomagolásakor fontos követelmény, hogy egyes adagok lezárása kellően tömör legyen, ugyanakkor jelezni kell a felnyitás helyét, illetve lehetőségét is. A csomagolóanyagnak védelmet kell nyújtania a kiszáradás ellen, amely a hűtve tároláskor veszélyezteti a terméket. További követelmény, hogy a termékkel érintkező felület ne legyen nedvesedő. Természetesen a csomagolásnak meg kell felelnie a higiéniai követelményeknek is. A jégkrémeket rendszerint egyutas csomagolásban hozzák forgalomba. A nagy egységű (2-10 literes) csomagolások anyaga fémdoboz vagy műanyaggal (ritkábban viasszal) bevont kartondoboz, újabban félig merev műanyag tartály. Ez utóbbihoz nem törékeny, ütésálló, az alacsony hőmérsékletet jól tűrő műanyagokat kell felhasználni. A kis egységű fogyasztói csomagolás anyaga általában viasszal vagy műanyaggal bevont papír, esetleg kartondoboz. A kis csomagolású jégkrémek gyűjtőcsomagolására rendszerint kartondobozokat használnak.

Csomagolási változatok. A nagyfogyasztók részére a jégkrémet közvetlenül a fagyasztóról 2-10 literes űrtartalmú dobozokba vagy tartályokba töltik adagológéppel. Ezekből - a jégkrém megfelelő felengedése után - közvetlenül történik a fogyasztói kiadagolás, rendszerint ostyátölcsérekbe vagy üvegpoharakba.

Közvetlenül fogyasztói csomagolásnak tekinthető az 1-2 literes „családi”, az 50-200 grammos tégelyes, a 20-50 grammos ostyatölcséres vagy szeletelt rúd alakú csomagolás, de legelterjedtebb a fa- vagy műanyag pálcikán levő nyelv alakú forma. Ezeken az alaptípusokon belül a jégkrémgyárak igen sok változatban hozzák forgalomba termékeiket. Gyakran egy csomagolásban többféle ízesítésű jégkrém van, amelybe esetenként gyümölcsöntetet vagy darabos gyümölcsöt, újabban csokoládéval bevont karamelltörmelékét is kevernek. A jégkrém adagot gyakran ostyalapok közé helyezik vagy csokoládémázzal vonják be, amelyre újabban pörkölt mogorót, mandulát szórnak. A nagy jégkrémgyárak speciális készítményei az említettek együttes alkalmazásával gyártott keményjégkrém torták.



1. Bekeverő egység;
2. Hőcserélő,
3. Keverőtankok,
4. Pasztőr,
5. Homogénező,
6. Zsír és olajtartályok,
7. Érlelőtankok,
8. Freezer,
9. Pálcikás jégkrém formázó-fagyasztó,
10. Csomagológép,
11. Kartonozó gép,
12. Tölcsértöltő,
13. Keményítőalagút,
14. Kartonozó vonal,
15. Visszatérő pálya az üres tálcáknak,
16. Tálcás alagút extruder,
17. Csokibevonó egység,
18. Hűtőalagút,
19. Csomagoló,
20. Kartonozó,
21. Raktár (fagyasztva tároló)

6. Ábra Jégkrémgyártó vonal üzemi elrendezése

3.2.5 Keményítés

A fagyasztógépből távozó, sűrűn folyó, krémszerű jégkrém víztartalmának még mintegy 30-70 %-a folyadék állapotban van, amelyet a keményítés (hardening) során az összes víztartalom kb. 90 %-áig jéggé fagyasztanak.

A megfelelően sima állomány, azaz a mikrokristályos szerkezet kialakítása céljából a jégkrémet egész tömegében egy órán belül $-18\text{ }^{\circ}\text{C}$ hőmérsékletre kell lehűteni. Ennél lassúbb hűtéskor számolni lehet a nagyobb jégkristályok okozta durva vagy jeges szerkezet kialakulásával. Az egyes adagok egyenletes hűthetősége főleg a jégkrém összetételétől, a hűtés intenzitásától és nem utolsósorban az adagok geometriai méreteitől, tömegétől függ.

A jégkrémet csomagolás előtt (pl. szeletelt rúd), vagy a már csomagolt (pl. tégelyes, osztatócséres vagy pálcikás) állapotban keményítik az e célra szolgáló, intenzív mélyhűtést nyújtó berendezésben (keményítő alagútban).

3.2.6 Tárolás, szállítás

A kész jégkrémet a gyártóüzemben vagy az elosztóraktárakban olyan körülmények között kell tárolni az elszállításig, illetve az értékesítésig, hogy a termék minősége ezalatt ne változzon. Ebből a szempontból a legfontosabb a $-30\text{ }^{\circ}\text{C}$ hőmérsékletű tárolás.

A jégkrém értékesítésének nélkülözhetetlen feltétele a megszakítás nélküli és hatásos hűtőlánc. A termék szempontjából igen lényeges, hogy a hőmérséklet a raktározás, az áruelosztás és terítés során csak lassan és „kismértékben” emelkedhet fokozatosan. Az optimális fogyasztási hőmérsékletre ($-8\text{ }^{\circ}\text{C}$ -ra) a jégkrémnek az utcai, a vendéglői vagy a házi fogyasztáskor szabad csak felmelegednie. A hőmérséklet ingadozása - átmeneti nagyobb hőmérsékletű tárolást követő újbóli lehűtés - rendkívül káros a termékre, mert szerkezetét a jégkristályok növekedése tönkreteszi.

A keményítés után a csomagolt jégkrémet kartondobozos gyűjtőcsomagolásban általában kis szállítókonténerekben szállítják ki az árusítóhelyre. Nagyobb tömegű árut hosszabb távolságra közvetlenül a jármű rakterében szállítanak, amelyet ilyenkor gépi úton vagy szárazjéggel, vagy folyékony nitrogénnel hűtenek.

A hőveszteség csökkentése végett újabban a mélyhűtő raktártér árukiadó nyílásszerkezetét úgy alakítják ki, hogy hézag nélkül illeszkedjék a szállító jármű rakteréhez. Így a rakodás idején a mélyhűtő és a szállító jármű egy légteret alkot.

3.3 A jégkrémek fontosabb hibái

Szerkezet és állományhibák

Durva vagy jeges szerkezet. Oka, hogy a jégkristályok nagyméretűek. A hiba a helytelen összetételből származhat, de lehet technológiai eredetű is (lassú, elégtelen fagyasztás, tárolási hőmérséklet-ingadozás).

Havas vagy pehelyszerű szerkezet. A szárazanyaghoz képest túlzott habosításnak a következménye.

Homokos szerkezet. Oka a tejcukor kikristályosodása.

Vajszerű szerkezet. A hibát a nem megfelelő homogénezés, a kevés emulgeálószer vagy a lassú hűtés idézheti elő.

Nehéz és vizenyős állomány. A kis szárazanyag-tartalom, a kevés stabilizálószer vagy a meg nem felelő fagyasztás okozza.

Gumyszerű, nyúlós állomány. A stabilizálószer túladagolásának következménye.

Morzsálódó állomány. A kis cukor- és szárazanyag-tartalom, a túl kevés stabilizálószer, továbbá a túlzott mértékű térfogatnövekedés következménye.

Száraz állomány. A túlzott mennyiségű emulgeálószer vagy a nagy homogénezési nyomás következménye.

Ízhibák

A jégkrém leggyakoribb hibája, ha a fogyasztók igényétől eltérően **nem elég édes vagy túl édes**. Előfordul, hogy egyes alkotórészek okozzák az ízhibát. A leggyakoribb tejtermék okozta ízhibák, a **főtt íz, savanyú íz, takarmányíz, esetleg lipázos vagy avas íz**. Ízhibának tekinthető ezenkívül a különböző ízesítőanyagok alul- vagy túladagolása is.

Küllemi hibák

A leggyakoribb küllemi hiba a **termék zsugorodása** a tárolás során. A hibát az okozza, hogy levegő vagy víz távozik el a jégkrémből. Rendszerint a túlméretezett levegőtartalom, valamint a hűtőtárolás közbeni hőmérsékletingadozás következménye.

3.4 Ellenőrző kérdések:

1. Sorolja fel a termékcsoporthoz tartozó termékeket és ismertesse a tejjégkrémek meghatározását!
2. Milyen adalékanyagokat használnak a jégkrémgyártásban és mi ezek jelentősége, feladata a termékben?
3. Ismertesse a jégkrémgyártás technológiai folyamatábráját részletek nélkül!
4. Hogyan lehet megállapítani a tejjégkrémek megfelelő zsírtartalmát?
5. Mi a pasztörözés és a keverék érlelés feladata, hatása?
6. Mi történik a fagyasztás művelete alatt, hogyan változik a termék?
7. Mi okozhatja a darás, homokos szerkezetet a jégkrémekben?

Felhasznált irodalom

- Ackmann, R.G., Eaton, C.A., Sipos, J.C., Crewe, N.F. (1981): Origin of cis-9, trans-11-and trans-11-octadecadienoic acids in the depot fat of primates fed a diet rich lard and corn oil and implications for the human diet. *Can. Inst. Food Sci. Technol.*, 14. 103-107.
- Ashar, M.N., and Chand, R. (2004): Fermented milk containing ACE-inhibitory peptides reduces blood pressure in middle aged hypertensive subjects. *Milchwissenschaft* 59: 363-366.
- Atti, N., Rouissi, H., Othmane M.H., (2006): Milk production, milk fatty acid composition and conjugated linoleic acid (CLA) content in dairy ewes raised on feedlot or grazing pasture *Livestock Science*, Volume 104, Issues 1-2, Pages 121-127.
- Bajusz, I. (2008): A nyers juhtej összetételének és minőségének hatása a sajtkihozatalra. PhD disszertáció, Debreceni Egyetem, Mezőgazdaságtudományi Kar
- Balatoni, M., Ketting, F. (1981): Tejipari Kézikönyv. Mezőgazdasági Kiadó, Budapest.
- Banks, J.M., Banks, W., Muir, D.D., Wilson, A.G. (1981): Cheese yield; composition does matter. *Dairy Ind. Int.* 46, 15-22.
- Bauman, D.E., Barbano, D.M., Dwyer, D.A., Griinari, J.M. (2000): Technical note: production of butter with enhanced conjugated linoleic acid for use in biomedical studies with animal models. *J. Dairy Sci.*, 2000.83. 2422-2425.
- Bencini, R. (2002): Factors affecting the clotting properties of sheep milk. *J. Sci. Food Agric.* 82:705-719.
- Benedet, H.D., Park, K.K. (1982): Sodium dodecyl sulphate polyacrylamide gel electrophoresis of purified casein fractions treated with milk cloning enzymes. *J. Dairy Sci.* 65, 899-905.

- Benjamin, H., Storkson, J.M., Liu, W., Pariza, M.W. (1992): The effect of conjugated dienoic derivatives of linoleic acid (CLA) on mouse forestomach protein kinase C (PKC)-like activity. *FASEB, J.*, 6. A1396.
- Bennett, L.E., Crittenden, R., Khoo, E., and Forsyth, S. (2005): Evaluation of immune-modulatory dairy peptide fractions. *Australian Journal of Dairy Technology* 60: 106-109.
- Bernt, K.M., and Walker, W.A. (1999): Human milk as carrier of biochemical messages. *Acta Paediatrica* 430 (Suppl.): 7-41.
- Billikiewicz, A., and Gaus, W. (2004): Colostrinin (a naturally occurring proline-rich, polypeptide mixture) in the treatment of Alzheimer's disease. *Journal of Alzheimer's Disease* 6: 17-26.
- Bounous, G. (2000): Whey protein concentrate (WPC) and glutathione modulation in cancer treatment. *Anticancer Research* 20: 4785-4792.
- Bütikofer, U., Meyer, J., Sieber, R., and Wechsler, D. (2007): Quantification of the angiotensin converting enzyme-inhibiting tripeptides Val-Pro-Pro and Ile-Pro-Pro in hard, semi-hard and soft cheeses. *International Dairy Journal* 17: 968-975.
- Bylund, G. (1995): *Dairy Processing Handbook*, Tetrapak, S-221 86 Lund, Sweden
- Carroll, K.K., Khor, H.T. (1971): Effect of level and type of dietary fat on incidence of mammary tumors induced in female Sprague-dawley rats by 7,12-dimethylbenz(a) anthracene. *Lipids*. 6. 415-420.
- Chatterton, D.E.W., Smithers, G., Roupas, P., and Brodkorb, A. (2006): Bioactivity of beta-lactoglobulin and alpha-lactalbumin-technological implications for processing. *International Dairy Journal* 16: 1290-1240.
- Chen, G-W., Tsai, J-S., and Sun Pan, B. (2007): Purification of angiotensin I-converting enzyme inhibitory peptides and antihypertensive effect of milk produced by protease-facilitated lactic fermentation. *International Dairy Journal* 17: 641-647.
- Chin, S.F., Liu, W., Albright, K., Pariza, M.W. (1992a): Tissue levels of cis-9, trans-11 conjugated dienoic isomer of linoleic acid (CLA) in rats fed linoleic acid (LA). *Faseb J.*, 6. A1396
- Chin, S.F., Liu, W., Storkson, J.M., ha, Y.L., Pariza, M.W. (1992b): Dietary sources of conjugated dienoic isomers of linoleic acid, a newly recognised class of anticarcinogens. *J. Food Comp. Anal.*, 5. 185-197.
- Chobert, J-M., El-Zahar, K., Sitohy, M., Dalgalarondo, M., Métro, E, Choiset, Y., and Haertie, T. (2005): Angiotensin I-converting-enzyme (ACE)-inhibitory activity of tryptic peptides of

ovine β -Lactoglobulin and of milk yoghurts obtained by using different starters. Lait 85: 141-152.

Christe, W.W., Dobson, G., Gunstone, F.D. (1997): Isomers in commercial samples of conjugated linoleic acid. J. Nutr., 124. 694-701.

Christie, W.W. (1979): The effects of diet and other factors on the lipid composition of ruminant tissues and milk. Prog. Lipid Res., 17. 245-277.

Cope, R. B. és Reeve, V. E. (1994): Modification of 7,12-dimethylbenzanthracene (DMBA)/ultraviolet radiation (UVR) co-carcinogenesis, UVR carcinogene induced colon carcinogenesis in the F344 rat: a study of inhibitory mechanism and immune suppression due to UVR and cis urocanic acid by dietary fats. Photochem. Photobiol. 59: 24 S (abs.).

Crittenden, R.G., and Bennett, L.E. 2005. Cow's milk allergy: A complex disorder. Journal of American College of Nutrition 24 (Suppl.6): 582S-591S.

Csapó J. (1992): Kérődző háziállataink kolosztrum- és tejösszetétele és néhány összetevő analitikája. Akadémiai Doktori értekezés

Csapó, J., Csapóné, K.Zs (2002): Tej és tejtermékek a táplálkozásban. Mezőgazda Kiadó, Budapest.

Dhiman, T.R., Satter, L.D., Pariza, M.W., Galli, M.P., Albright, K., Tolosa, M.X. (2000). Conjugated linoleic acid (CLA) content of milk from cows offered diets in linoleic acid. J. Dairy Sci., 83. 1016-1027.

Donkor, O., Henriksson, A., Vasiljevic, T., and Shah, N.P. 2007. Proteolytic activity of dairy lactic acid bacteria and probiotics as determinant of growth and in vitro angiotensin-converting enzyme inhibitory activity in fermented milk. Lait 86: 21-38.

Donnet-Hughes, A., Duc, N., Serrant, P., Vidal, K., and Schiffrin, E.J. 2000. Bioactive molecules in milk and their role in health and disease: the role of transforming growth factor-beta. Immunology and Cell Biology 78: 74-79.

Donovan, D.C., Schingoethe, D.J., Baer, R.J., Ryali, J., Hippen, A.R., Franklin, S.T. (2000). Influence of dietary fish oil on conjugated linoleic acid and other fatty acids in milk fat from lactating dairy cows. J. Dairy Sci., 83. 2620-2628.

Eino. M. F. (1974): Effect of milk composition and coagulant identity on yield, textural properties and quality of Cheddar cheese. Ph.D. Diss., Univ. Guelph, Guelph, ON, Can.

El-Shibiny, S., H-Salam, M.H.A.(1977): Action of milk clotting enzymes on α s-caseins from buffalo and cow's milk. J. Dairy Sci. 60, 1519-1526.

- Emmons, D. B. (1978): Future development need for cheese and cultured products. In Proc. IDF Seminar on New Dairy Foods, Int. Dairy Fed., Bruxelles, Belgium, Doc. 107. p. 103.
- Emmons, D. B.; Ernstorm, C. A.; Verret, P.; Lacriox, C. (1990): Predictive Formulas for Yield of Cheese from composition of Milk: A Review Journal of Dairy Science 73, (6) 1365-1396.
- Favier, J.C., (1986): Eléments de composition des fromages. In: F.M. Luquet (Ed.), Laites et produits laitiers: vache, brebis, chèvre. Tome 3: Qualité, énergie et table de composition., Technique et Documentation Lavoisier Paris, pp. 288–290.
- Fenyvessy, J. Csanádi, J. (2007): Tejipari technológia. Jegyzet SZTE Mérnöki Kar
- FitzGerald, R.J., and Meisel, H. 2003. Milk protein hydrolysates and bioactive peptides. In Advanced Dairy Chemistry. Vol. 1: Proteins, edited by P.E Fox and P.L.H. McSweeney. Kluwer Academic Plenum Publishers, New York. pp. 675-698.
- FitzGerald, R.J., Murray, B.A., and Walsh, D.J. (2004): Hypotensive peptides from milk proteins. Journal of Nutrition 134: 980S-988S.
- Fogerty, A.C., Ford, G.L., Svoronos, D. (1988): Octadeca-9, 11-dienoic acid in foodstuffs and in the lipids of human blood and breast milk. Nutr. Rep. Intl., 38. 937-944.
- Fong, B.Y., Norris, C.S., and McGibbon, A.K.H. 2007. Protein and lipid composition of bovine milk-fat-globule-membrane. International Dairy Journal 17: 275-288.
- Fox, P.F, and Kelly, AL. (2006):. Indigenous enzymes in milk: Overview and historical aspects -Part 1. International Dairy Journal 16: 500-516.
- Fritsche, J., Steinhart, H. (1998): Amounts of conjugated linoleic acid (CLA) in German foods and evaluation of daily intake. Z. Lebensm Unters Forsch A, 206. 77-82.
- Gagnaire, v., Molle, D., Herrouin, M., and Leonil, J. (2001): Peptides identified during Emmental cheese ripening: origin and proteolytic systems involved. Journal of Agricultural and Food Chemistry 49: 4402-4413.
- Garcia, H.S., Keough, K.J., Arcos, J.A, Jr. Hill, G.C. (2000): Interesterification (acidolysis) of butterfat with conjugated linoleic acid in batch reactor. J. Dairy Sci., 83. 371-377.
- Gauthier, S.F, Pouliot, Y, and Maubois, J-L. (2006a): Growth factors from bovine milk and colostrum: composition, extraction and biological activities. Lait 86: 125.
- Gauthier, S.F, Pouliot, Y, and Saint-Sauveur, D. (2006b): Immunomodulatory peptides obtained by the enzymatic hydrolysis of whey proteins. International Dairy Journal 16: 1315-1323.
- Gill, H.S., and Cross, M.L. (2000): Anticancer proper ties of bovine milk. British Journal of Nutrition 84. (Suppl.1): S161-S166.

- Goldin, B. R., Gualtieri, L. J., Moore, R. P. (1996): The effect of *Lactobacillus* GG on the initiation and promotion of DMH-induced intestinal tumours in the rat. *Nutr. Cancer* 25: 197–204.
- Gómez-Ruiz, J.A, Ramos, M., and Recio, J. (2002): Angiotensin-converting enzyme-inhibitory peptides in Manchego cheeses manufactured with different starter cultures. *International Dairy Journal* 12: 697-706.
- Griinari, J., Bauman, T.B. (1999): Biosynthesis of conjugated linoleic acid and its incorporation into meat and milk in ruminants. *Advances in Conjugated Linoleic acid Research*. Eds. Yuracez, M.W., Mossoba, M.M., Kramer, J.K.G., Pariza, M.W., Nelson, G. AOCS Press, Champaign, IL, 1. 180-198.
- Griinari, J., Corl, B.A., Lacy, P.Y., Chouinard, K.V., Nurmela, V., Bauman, D.E. (2000): Conjugated linoleic acid is synthesized endogenously in lactating dairy cows by $\Delta 9$ -desaturase. *J. Nutr.*, 130. 2285-2291.
- Grosvenor, C.E., Picciano, M.F, and Baumrucker, C.R (1993): Hormones and growth factors in milk. *Endocrine Reviews* 14: 710-728.
- Ha, E., and Zemel, M.B. (2003): Functional properties of whey, whey components, and essential amino acids: mechanisms underlying health benefits for active people. *Journal of Nutritional Biochemistry* 14: 251-258.
- Ha, Y.L., Grimm, N.K., Pariza, M.W. (1987): Anticarcinogens from fried ground beef: heat-altered derivatives of linoleic acid. *Carcinogenesis*, 8. 1881-1887.
- Hadvári S. (2004): Sajttermelés növelése mikroszűrővel Országos Tudományos Diákköri Konferencia
- Hoerr, R.A, and Bostwick, E.F (2002): Commercializing colostrum-based products: a case study of GalaGen. *Bulletin of International Dairy Federation* 375: 33-46.
- Holman, R.T., Mahfouz, M.M. (1981): Cis- and trans-octadecenoic acids as precursors of polyunsaturated acids. *Prog. Lipid Res.*, 20. 151-156.
- Ip, C., Chin, S.F., Scimeca, J.A., Pariza, M.W. (1991): Mammary cancer prevention by conjugated dienoic derivative of linoleic acid. *Cancer Res.*, 51. 6118-6124.
- Ip, C., Singh, M., Thompson, H.J., Scimeca, J.A. (1994): Conjugated linoleic acid suppresses mammary carcinogenesis and proliferative activity of the mammary gland in the rat. *Cancer Res.*, 54. 1212-1215.
- Jensen, R.G. (2002): The composition of bovine milk lipids: January 1995-December 2000. *Journal of Dairy Science* 85: 295-350.

- Jiang, J. (1998): Conjugated Linoleic Acid. Doctoral thesis.
- Jiang, J., Björck, L., Fondén, R., Emanuelson, M. (1996): Occurrence of conjugated cis-9, trans-11-octadecadienoic acid in bovine milk: effects of feed and dietary regimen. *J. Dairy Sci.*, 79. 438-445
- Jouan, P-N., Pouliot, Y, Gauthier, S.F., and Laforest, J-P. (2006): Hormones in milk and milk products: A survey. *International Dairy Journal* 16: 1408-1414.
- Kawakami, H. (2005): Biological significance of milk basic protein (MBP) for bone health. *Food Science and Technology Research* 11: 1-8.
- Kayahan, M., Tekin , A. (1994): Research of the quantity of trans fatty acids and conjugated fatty acids in margarines produced in Turkey Giad, 19. 147-143.
- Kelly, G.S. (2003):. Bovine colostrums: A review of clinical uses. *Alternative Medicine Review* 8: 378-394.
- Kelly, L. A. (1951): Factors affecting rennet coagulation time and curd tension. Ph.D. Diss., Univ. Wisconsin, Madison. p.15.
- Kepler, C.R., Tucker, W.P., Tove, S.B. (1971): Biohydrogenation of unsaturated fatty acids. *J. Biol. Chem.*, 246. 2765-2771.
- Knaysi, O. and J. D. Nelson (1927): Increasing the yield of cheese by the addition of calcium chloride to milk. *J. of Dairy Sci.* 10, 393-399.
- Korhonen, H., and Pihlanto, A. 2006. Bioactive peptides: Production and functionality. *International Dairy Journal* 16: 945-960.
- Korhonen, R., Marnila, P., and Gill, H. (2000): Bovine milk antibodies for health: a review. *British Journal of Nutrition* 84. (Suppl.1): 135-146.
- Kovacs-Proszt, G., Sanner, T. (1973): Comparison of the specificity and kinetic properties of 3 milk-clotting enzymes. *J. Dairy Res.* 40, 263-270.
- Krissansen, G.W. (2007): Emerging health properties of whey proteins and their clinical implications. *Journal of American College of Nutrition* 26: 713S-723S.
- Kunz, C, and Rudloff, S. (2006): Health promoting aspects of milk oligosaccharides. *International Dairy Journal* 16: 1341-1346.
- Kunz, C, Rudlof, S., Baier, W., Klein, N., and Strobel, S. (2000): Oligosaccharides in human milk: Structural, functional, and metabolic aspects. *Annual Review of Nutrition* 20: 699-722.
- Lavillonnière, F., Martin, J.C., Bougnoux, P., Sébédio, J.L. (1998): *Am. Oil Chem. Soc.*, 75. 343-352.

- Leitner, G., Chaffer, M., Caraso, Y., Ezra, E., Kababea, D., Winkler, M., Glickman, A., Saran, A. (2003): Udder infection and milk somatic cell count, NAGase activity and milk composition -fat, protein and lactose - in Israeli-Assaf and Awassi sheep Small Ruminant Research, Volume 49, Issue 2, August 2003, Pages 157-164.
- Lelievre, J., Freese, O.J. and Gilles, J. (1983): Prediction of Cheddar cheese yield. N. Z. J. Dairy Sci. Technol. 18: 169.
- Lin, H., Boylston, T.D., Chang, M.J., Luedecke, L.O., Schultz, T.D. (1995): Survey of the conjugated linoleic acid contents of dairy products. J. Dairy Sci., 78. 2358-2365.
- Lipkin M, Newmark HL. (1999): Vitamin D, calcium and prevention of breast cancer: a review. J. Am. Coll. Nutr.; 18 (5 suppl.) 392–397.
- Lolkema. H. (1978): Control of cheese yields in Friesland. Paper presented at cheese conference. Utah State Univ., Logan..
- Lorenzen, P.C., and Meisel, H. (2005): Influence of trypsin action in yoghurt milk on the release of caseino-phosphopeptide-rich fractions and physical properties of the fermented products. International Journal of Dairy Technology 58: 119-124.
- Luhovyy, B.L., Akhavan, T., and Anderson, G.H. (2007): Whey proteins in the regulation of food intake and satiety. Journal of American College of Nutrition 26: 704S-712S.
- Madureira, A.R, Pereira, C.I., Gomes, A.M.P., Pintado, M.E., and Malcata, F.X. 2007. Bovine whey proteins-Overview on their main biological properties. Food Research International 40: 1197-1211.
- Markus, C.R., Olivier, B., and de Haan, E.H. (2002): Whey protein rich in α -lactalbumin increases the ratio of plasma tryptophan to the sum of the large neutral amino acids and improves cognitive performance in stress-vulnerable subjects. American Journal of Clinical Nutrition 75: 1051-1056.
- Marshall R.J. (1986): Increasing cheese yields by high heat treatment of milk. J. Dairy Res. 53, 313-322.
- Marshall, R.J. (1982): An improved method for measurement of the syneresis of curd formed by rennet action on milk Journal Of Dairy Res. 49, (2) 329-336.
- Mather, 1.H. (2000): A review and proposed nomenclature for major proteins of the milk-fat globule membrane. Journal of Dairy Science 83: 203-247.
- McDowall, F.H. (1936): The cheese yielding capacity of milk, and its relation to the method of payment for milk for cheese-making (in ten parts). N. Z. J. Sci. Technol. 18, 137-146.

- McIntosh, G.H., Regester, G.O., Le Leu, R.K., Royle, P.J., Smithers, G.W. (1995): Dairy proteins protect against dimethylhydrazine-induced intestinal cancers in rats. *J. Nutr.* 125, (4) 809-16.
- McMahon, D. J., R. J. Brown, G. H. Richardson, és C. A. Ernstrom. (1984): Effect of calcium, phosphate and bulk culture media on coagulation properties. *J. of Dairy Sci.* 67, 930-938.
- Mehra, R. and Kelly, P.M. (2004): Whey protein fractionation using cascade membrane filtration. *International Dairy Federation Bulletin*, No. 389, pp. 40–44.
- Mehra, R., and Kelly, P. (2006): Milk oligosaccharides: Structural and technological aspects. *International Dairy Journal* 16: 1334-1340.
- Mehra, R., Marnila, P., and Korhonen, H. (2006): Milk immunoglobulins for health promotion. *International Dairy Journal* 16: 1262-1271.
- Mero, A., Kähkönen, J., Nykönen, T., Parviainen, T., Jokinen, I., Takala, T., Nikula, T., Rasi, S., and Leppaluoto, J. (2002): IGF-I, IgA and IgG responses to bovine colostrum supplementation during training. *Journal of Applied Physiology* 93: 732-739.
- Michaelidou, A., and Steijns, J. (2006): Nutritional and technological aspects of minor bioactive components in milk and whey: Growth factors, vitamins and nucleotides. *International Dairy Journal* 16: 1421-1426.
- Mingruo Guo, Young W. Park, Peter H. Dixon, James A. Gilmore, Paul S. Kindstedt (2004): Relationship between the yield of cheese (Chevre) and chemical composition of goat milk. *Small Ruminant Research* 52, 103–107.
- Molnár, J., Molnár, A. (1999): *A sajtkészítés ABC-je*. Gaia Alapítvány, ISBN: 9789630370967, 109-121.
- Mossoba, M.M., McDonald, R.E., Armstrong, D.J., Page, S.W. (1991): *J. Chromatogr., Sci.*, 29. 324-330.
- Nájera, A. I., Renobales, M., & Barron, L. J. R. (2003): Effects of pH, temperature, CaCl₂ and enzyme concentrations on the rennet-clotting properties of milk: a multifactorial study. *Food Chemistry*, 80, 345–352.
- Nakamura, Y., Yamamoto, M., Sakai, K., Okubo, A., Yamazaki, S., and Takano, T. (1995): Purification and characterization of angiotensin I-converting enzyme inhibitors from sour milk. *Journal of Dairy Science* 78: 777-783.
- O’Connell, J., Saracino, P., Huppertz, T., Uniake, T., de Kruif, C., Kelly, A.L., and Fox, P.F. (2006): Influence of ethanol on the rennet-induced coagulation of milk. *Journal of Dairy Research* 73, 312–317.

- Ong, L., Henriksson, A., and Shah, N.P. (2007): Angiotensin converting enzyme-inhibitory activity in cheddar cheeses made with the addition of probiotic *Lactobacillus casei* sp. Lait 87: 149-165.
- onverting enzyme. *Enzyme Microbiology and Technology* 22: 687-694.
- Pakkanen, R., and Aalto, J. (1997): Growth factors and antimicrobial factors of bovine colostrum. *International Dairy Journal* 7: 285-297.
- Pariza, M.W.; Hargraves, W.A. (1985): A beef-derived mutagenesis modulator inhibits initiation of mouse epidermal tumours by 7,12 dimethylbenz(a)anthracene. *Carcinogenesis*, 6. 591-593.
- Parodi, P.W. (1994): Conjugated linoleic acid: An anticarcinogenic fatty acid present in milk fat. *Journal of Dairy Technology*, 49. 93-97.
- Parodi, P.W. (1997): Cow's milk fat components as potential anticarcinogenic agents. *Am. Soc. for Nut. Sci.*, 1055-1060.
- Parodi, P.W. (1997): Cows' milk fat components as potential anticarcinogenic agents. *J. Nutr.* 127, (6) 1055-60.
- Parodi, P.W. (2003): Anti-cancer agents in milkfat. *Australian Journal of Dairy Technology* 58: 114-118.
- Pearse, M.J., Mackinlay, A.G., Hall, R. J. és Linklater, P.M. (1985): A micro assay for the syneresis of cheese curd. *J. Dairy Sci.* 51, 131–139.
- Pettus, B.J., Chaifant, C.E., and Hannun, Y.A. (2004): Sphingolipids in inflammation: Roles and implications. *Current Molecular Medicine* 4: 405-418.
- Pihlanto-Leppala, A., Rokka, T., and Korhonen, H. (1998): Angiotensin I-converting enzyme inhibitory peptides derived from bovine milk proteins. *International Dairy Journal* 8: 325-331.
- Playford, R.J., MacDonald, C.E., and Johnson, W. S. (2000): Colostrum and milk-derived peptide growth factors for the treatment of gastrointestinal disorders. *American Journal of Clinical Nutrition* 72: 5-14.
- Pollard, M.R., Gunstone, F.D., James, A.T., Morris, L.J. (1980): Desaturation of positional and geometric isomers of monoenoic fatty acids by microsomal preparations from rat liver. *Lipids*, 15. 306-314.
- Pouliot, Y., and Gauthier, S.F. (2006): Milk growth factors as health products: Some technological aspects. *International Dairy Journal* 16: 1415-1420.
- Pouliot, Y., Gauthier, S.F., and Groleau, P.E. (2006a): Membrane-based fractionation and purification strategies for bioactive peptides. In *Nutraceutical Proteins and Peptides in Health*

and Disease, edited by Y Mine and F. Shahidi CRC, Taylor & Francis Group, Boca Raton, FL. pp. 639-658.

Pouliot, Y., Gauthier, S.F. és Bard, C. (1993): Fractionation of casein hydrolysates using polysulfone ultrafiltration hollow fibre membranes. *Journal of Membrane Science*, 80, 257–264.

Poznaski S., Śmietana Z., Jakubowski J., Bednarski W., Kornacki K., Rymaszewski J., Reps A., (1974): Production of cheese from total milk proteins. In: 19th Inter. Dairy Congress. Brief Communications. Vol. IF. New Delhi, India, 772-774.

Precht, D., Molkentin, J. (2000): Frequency distributions of conjugated linoleic acid and trans fatty acid contents in European bovine milk fats. *Milchwissenschaft*, 55. 12. 687-691.

Quirós, A., Hernández-Ledesma, B., Ramos, M., Amigo, L., and Recio, I. (2005): Angiotensin-converting enzyme inhibitory activity of peptides derived from caprine kefir. *Journal of Dairy Science* 88: 3480-3487.

Renner, E. (1982): *Milch und Milchprodukte in der Ernährung des Menschen*. Volkswirtschaftlicher Verlag, Munich, Germany. 467 p.

Rios, G.M., Tarodo de la Fuente, B., Bennasar, M. és Guidard, C. (1989): Cross-flow filtration of biological fluids on inorganic membranes: A First State of the Art. In: S.Thorne (ed.) *Developments in Food Preservation – 5*, pp. 131–175. Elsevier Applied Science, London.

Rombaut, R., and Dewettinck, K. (2006): Properties, analysis and purification of milk polar lipids. *International Dairy Journal* 16: 1362-1373.

Romero, K.P., Rizvi, S.S.H., Kelly, M.L., Bauman, D.E. (2000). Short communication: concentration of conjugated linoleic acid from milk fat with a continuous supercritical fluid processing system. *J. Dairy Sci.*, 83. 20-22.

Roufik, S., Gauthier, S.E, and Turgeon, S.L. (2006): In vitro digestibility of bioactive peptides derived from bovine β -lactoglobulin. *International Dairy Journal* 16: 294-302.

Ryhänen, E.L., Pihlanto-Leppälä, A., and Pahkala, E. (2001): A new type of ripened; low-fat cheese with bioactive properties. *International Dairy Journal* 11: 441-447.

Saito, T, Nakamura, T, Kitazawa, H., Kawai, Y., and Itoh, T. 2000. Isolation and structural analysis of antihypertensive peptides that exist naturally in Gouda cheese. *Journal of Dairy Science* 83: 1434-1440.

Salamon, R.V., Varga-Visi, É., András, Cs.D., Csapó-Kiss, Zs., Csapó, J. (2012): Synthetic methods for obtaining conjugated linoleic acids (CLA) by catalysis. *Acta Universitatis Sapientiae Alimentaria* 2012;(5) 32-51.

Sandra, S., Dalgleish, D.G. (2007): The effect of ultra high pressure homogenization (UHPH) on rennet coagulation properties unheated and heated fresh skimmed milk. *International Dairy Journal* 17, (9):1043-1052. DOI:10.1016/j.idairyj.2007.01.005

Schaafsma, G. (2006b): Health issues of whey proteins: 2. Weight management. *Current Topics in Nutraceutical Research* 4: 123-126.

Schlimme, E., Martin, D., and Meisel, H. (2000): Nucleosides and nucleotides: natural bioactive substances in milk and colostrum. *British Journal of Nutrition* 84. (Suppl.1): S59-S68.

Scholz W. (2007): Házi sajtkészítés. Mezőgazda Kiadó, Budapest, ISBN: 9789632866055

Schonberg, S., Krokan, H.E. (1995). The inhibitory effect of conjugated dienoic derivatives (CLA) of linoleic acid on the growth of human tumor cell lines is in part due to increased lipid peroxidation. *Anticancer Res.*, 15. 1241-1246.

Shantha, N.C., Decker, E.A. (1992): Conjugated linoleic acid concentrations in processed cheese containing hydrogen donors, iron and dairy-based additives. *Food Chem.*, 47. 257-261.

Shantha, N.C., Ram, L.N., O'Leary, J., Hicks, C.L., Decker, E.A. (1995): Conjugated linoleic acid concentrations in dairy products as affected by processing and storage. *J. Food Sci.*, 60. 695-697.

Shorland, F.B., Weenink, R.O., Johns, A.T. (1955): Effect of the rumen on the dietary fat. *Nature*, 175. 1129.

Shultz, T.D., Chew, B.P., Seaman, W.R., Luedecke, L.O. (1992): Inhibitory effect of conjugated dienoic derivatives of linoleic acid and β -carotene on the in vitro growth of human cancer cells. *Cancer Lett.*, 63. 125-133.

Singh, TK., Fox, P.E, and Healy, A. (1997): Isolation and identification of further peptides in the diafiltration retentate of the water-soluble fraction of cheddar cheese. *Journal of Dairy Research* 64: 433-443.

Smacchi, E., and Gobbetti, M. (1998): Peptides from several Italian cheeses inhibitory to proteolytic enzymes of lactic acid bacteria; *Pseudomonas fluorescence* ATCC 948, and to the angiotensin I-c

Smilowitz, J.T, Dillard, CJ., and German, J.B. (2005): Milk beyond essential nutrients: the metabolic food. *Australian Journal of Dairy Technology* 60: 77-83.

Smithers, G.W. (2004): Isolation of growth factors from whey and their application in the food and biotechnology industries-a brief review. *Bulletin of the International Dairy Federation* 389: 16-19.

- Sokolowska, A., Bednarz, R., Pacewicz, M., Georgiades, J.A., Wilusz, T, and Polanowski, A. (2008): Colostrum from different mammalian species-A rich source of colostrinin. *International Dairy Journal* 18:204-209.
- Spitsberg VL. (2005): Invited review: bovine milk fat globule membrane as a potential nutraceutical. *J. Dairy Sci.*; 88:2289–2294.
- Spitsberg, V.L. (2005): Bovine milk fat globule membrane as a potential nutraceutical. *Journal of Dairy Science* 88: 2289-2294.
- Spitzer, V., Marx, F., Maia, J.G.S., Pfeilsticker, K. (1991a): *J. Am. Oil Chem. Soc.*, 68. 183-189.
- Spitzer, V., Marx, F., Maia, J.G.S., Pfeilsticker, K. (1991b): *J. Am. Oil Chem. Soc.*, 68. 440-442.
- Sütas, Y., Soppi, E., Korhonen, H., Syvaöja, E-L., Saxelin, M., Rokka, T, and Isolauri, E. (1996):. Suppression of lymphocyte proliferation in vitro by bovine caseins hydrolyzed with *Lactobacillus casei* GG-derived enzymes. *Journal of Allergy and Clinical Immunology* 98: 216-224.
- Szakály, S. (2001): *Tejgazdaságtan*, Dinasztia Kiadó Budapest, 208.
- Ustunol, Z., Hicks, C. L. (1990). Effect of a coagulation monitoring device on experimental cheese yield. *Journal of Dairy Science*, 73, 1-7.
- Valtonen, M., Niskanen, L., Kangas, A.P., and Koskinen, T. (2005): Effect of melatonin-rich night-time milk on sleep and activity in elderly institutionalized subjects. *Nordic Journal of Psychiatry* 59: 217-221.
- Van Slyke, L.L. és W.V. Price. (1949): *Cheese*. Orange' Judd Publishing Co., New York and London.
- Walstra, P., Wouters, T.M., Geurts, T.J. (2006): *Dairy Science and Technology*, Taylor and Francis, Boca Raton, London, New York
- Werner, S.A., Luedecke, L.O., Schultz, T.D. (1992): Determination of conjugated linoleic acid content and isomer distribution in three cheddar-type cheeses: effects of cheese cultures, processing and aging. *J. Agric. Food Chem.*, 40. 1817-1821.
- Yamamoto, N., Ejiri, M., and Mizuno, S. (2003): Biogenic peptides and their potential use. *Current Pharmaceutical Design* 9: 1345–1355.
- Yanagi, S., Yamashita, M., Ogoshi, K., Imai, S. (1994): Comparative effect of milk, yoghurt, butter and margarine on mammary tumorigenesis induced 7,12-dimethylbenz(a) anthracene in rats. *Cancer Detect. Prev.*, 18. 415-423.

Zimecki, M., and Kruzel, M.L. (2007): Milk-derived proteins and peptides of potential therapeutic and nutritive value. *Journal of Experimental Therapy and Oncology* 6: 89-106.

Zu, H.X., Schut, H.A.J. (1992): Inhibition of 2-amino-3-metylimidazo (4,5-quinoline-DNA adduct formation in CDF1 mice by heat-altered derivatives linoleic acid. *Food Chem. Toxicicol.*, 30. 9-16.



BAROMFI FELDOLGOZÁS

című tananyag

1. A BAROMFIHÚS

1.1 A baromfihús szerepe a táplálkozásunkban

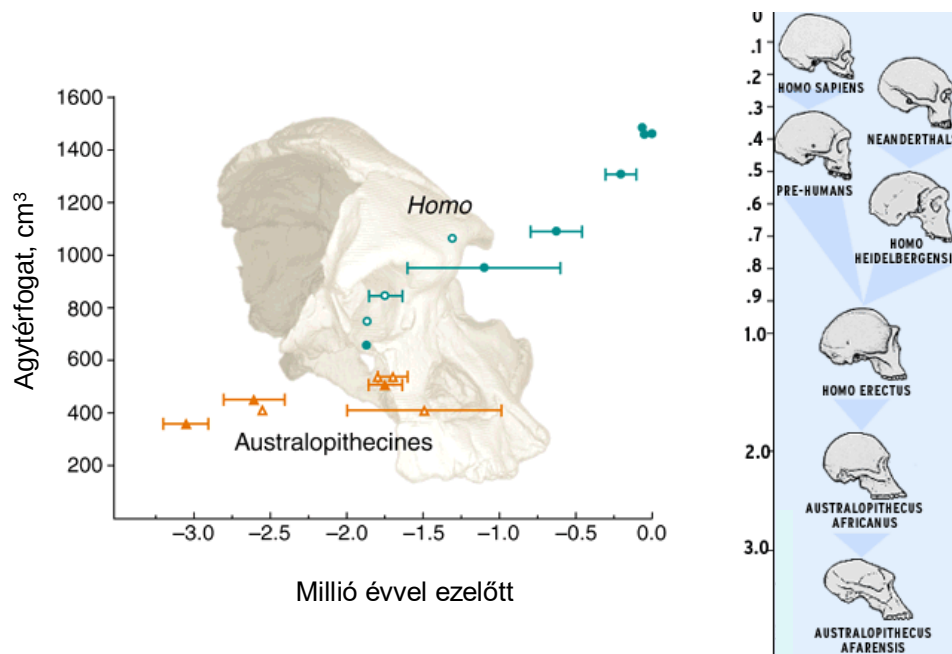
1.1.1 A húsfogyasztás kialakulása

A hús fogyasztása már az emberré válás legkorábbi időszakában megkezdődött. A hús gazdagabb energia- és tápanyagforrást jelentett, mint a növényi eredetű táplálékok.

A legősibb őst, az oligocén és miocén földtörténeti kor határán, feltehetően mintegy 30 millió évvel ezelőtt élt *Propliopithecus* fákön élő lénynek tartják, aki még növényevő volt, rügyeket evett, a fák termését fogyasztotta. Követője, a 10-14 millió évvel napjaink előtt megjelenő *Ramapithecus* füvekkel, magvakkal, állati eredetű táplálékkal – rovarokkal, csigákkal, madártojással – bővített étlapját. Még fákön élt, de már kezdett átalakulni a két lábon járásra, a talajon történő mozgásra, így az emberré válás első lépcsőjét jelenti. Naponta 3-5 kg élelmet gyűjthetett össze, amelynek energiatartalma 4,5 MJ körüli lehetett. Az *Australopithecus* a harmadkor végén jelent meg. Alapjában növényevő volt, bogyókat, gyümölcsöket, gyökereket, gumókat evett, de – a rovarok, hernyók, gyíkok, tojások fogyasztása mellett – már kisebb állatokat is elejtett, amelyeket csontdarabokkal bonthatott fel vagy fogaival tépett szét, de a ragadozók által elejtett állati tetemeket is fogyasztotta. A későbbi *Homo erectus* már ismerte a tűzgyújtás fortélyát, képes volt eszközöket készíteni, nagyobb vadakat elejteni és feldolgozni, illetve halászni. Ezzel bőségesebbé vált az állati eredetű fehérjék bevitele, de a növények megőrizték domináns szerepüket (60–80%). Mintegy negyedmillió-félmillió évvel ezelőtt lépett színre a *Homo sapiens*, aki alapjában már vadász volt, kialakult a vadászó-gyűjtögető életmód. Ezek a csoportok fokozatosan népesítették be a kontinenseket. Kr. e. 9000 körül a csoportok letelepedtek, állandó falvakat építettek, növényeket termesztettek és állatokat tenyésztettek. Az előkerült leletek szerint az első háziállat a kecske volt, a juhokat, a szarvasmarhát, a sertést kb. 500–1000 évvel később házasították. Az állatok húsát, tejét, illetve tojását is fogyasztották. Táplálkozása jellemzően vegyes volt (Bíró, 2000).

Az emberi test bélrendszere a történeti fejlődés során adaptálódott a nagyobb tápértékű állati eredetű táplálékhoz. A tipikus húsevő fajok gyomor-bél rendszere egyetlen kiöblösödő gyomrot tartalmaz, egy rövid vékonybéllel és egy egyszerű vastagbéllel. Ez a szerkezet arra utal, hogy egyszerű feladat az olyan élelmiszerek lebontása, amelyek biokémiai összetétele nem igényel hosszabban tartó emésztést. Ezzel szemben a cellulóz – a növényevő emlősök táplálékának alapvető alkotórésze – bakteriális lebontást (fermentációt) igényel az emésztéshez és felszívódáshoz. Ezek a folyamatok csak különlegesen megnagyobbodott, és erre a célra szolgáló emésztőrendszeri részben mehetnek végbe, mint a vakbél és vastagbél (Stevens és Hume, 1995). Szintén az állati eredetű élelmiszerek fogyasztására vezethető vissza az agy térfogatának a növekedése is. Az agykoponya ilyen mértékű kifejlődéséhez jó minőségű, teljes értékű fehérjére, zsírokra és esszenciális zsírsavakra volt szükség. Ezen kívül az a tény is szerepet játszott

a fejlődésben, hogy az állatok elejtéséhez és feldolgozásukhoz szerszámokra, eszközökre volt szükség (Bíró, 2000). Az emberfélék agytömege az elmúlt 2 millió év alatt megháromszorozódott. Ugyanakkor az emberi genetikai állomány az elmúlt 7 millió év alatt mindössze 2%-kal változott (Sibley és Ahlquist, 1987). Az agy fejlődését az 1. ábrán mutatjuk be (Konarzewski, 2002).



1. ábra: Az agy fejlődése (Konarzewski, 2002)

Húst az ember tehát a kőkorszak (Paleolit kor) óta, azaz 2,5 millió éve fogyaszt.

1.1.2 A hús táplálkozásbiológiai megítélése

Fentiekből egyértelműen kiderül, hogy az állati eredetű tápláléknak (húsnak) jelentős szerepe volt az emberré válás folyamatában. Ez a gazdag tápértékének, valamint a kedvező összetételének, azaz fehérje-, zsír-, ásványi anyag- és vitamintartalmának köszönhető.

Fehérjeforrás

Az emberi test sejtjeinek felépítésében és működésében a legfontosabb szerepet a fehérjék játsszák. Szerepük van a szövetek, szervek, izmok, csontok, vér felépítésében, a vérnyomás szabályozásában, a vér pH-egyensúlyának fenntartásában, a hormon-, enzim- és immunműködésben. A fehérjék megfelelő mennyiségének és minőségének hiánya a szervezet immunrendszerének leromlásához vezet, azaz

szervezetünk nem tud kellően védekezni a mikrobás és vírusos fertőzésekkel, allergiával, gyulladásokkal és egyéb, például daganatos megbetegedésekkel szemben. A hús az egyik legfontosabb koncentrált, teljes értékű és jó biológiai hasznosulású fehérjeforrásunk. Már napi 50 g hús elfogyasztása is a teljes esszenciális aminosav-igényünket, míg fehérjeszükségletünknek a 20%-át fedezi. A különböző élelmiszerek átlagos fehérjetartalmát és biológiai értékét az 1. táblázatban ismertetjük.

1. táblázat: Különböző élelmiszerek fehérjetartalma és biológiai értéke (Rodler, 2005)

Élelmi anyag	Fehérjetartalom (g/100 g)	Biológiai érték
Anyatej	1,2	100
Tojás	13,5	100
Tehéntej	3,4	88–95
Marhahús	17–21	88–92
Sertéshús	16–21	84
Baromfihús	21–25	82
Halhús	15–22	80–92
Kemény sajt	26	85
Burgonya	2,5	73
Bab, borsó, lencse	22–26	56–72
Rizs	8	63–67
Búzaliszt	12	53

A táblázatból látható, hogy a húshoz hasonló mennyiségű fehérje csak a sajtokban és a száraz hüvelyesekben van. A hús elsőrendű fehérjeforrás, hiszen az összes esszenciális aminosav – ezeket a szervezet nem tudja előállítani, a táplálékkal bevenni – megtalálható benne, így egyedüli fehérjeforrásként is megfelelő. A növényei fehérjék másodrendű vagy inkomplett fehérjeforrások.

A különböző állatok, különböző húsrészei más-más fehérjetartalmúak, amint az a 2. táblázatban látható.

2. táblázat: Különböző húsok és húsrészek fehérjetartalma (Zsarnóczy és Zelenák, 1998)

Húsrész	Fehérjetartalom, %
Sertés	
• karaj	20,8
• comb	19,9
• lapocka	17,5
• tarja	18,2
• oldalas	12,0
• csülök	16,0
• szalonna	4,0
• máj	19,5
• vese	17,0
• szív	16,9
• tüdő	20,1
Marha	
• hátszín	20,9
• rostélyos	20,3
• oldalas	20,7
• lapocka	20,2
• comb	21,1
• lábszár	20,8
• faggyú	1,0
• máj	20,9
• velő	9,0
Csirke	
• mell	24,7
• comb	20,9
• máj	22,1
• szív	17,3
Pulyka	
• mell	24,1
• comb	20,5
Ajánlott mennyiség, g/fő/nap	55

Zsírforrás

A zsíroknak, hasonlóan a fehérjékhez, szintén jelentős biológiai szerepük van. A legnagyobb energiatartalmú tápanyagok, a sejtek nélkülözhetetlen építőkövei, a zsírolható vitaminok hordozói, a bőralatti zsírszövet mechanikai védőréteg és hőszigetelő réteg. A túlzott zsírbevitel azonban – kiegészülve a mozgásszegény életmóddal – szerepet játszik a szív- és érrendszeri, a cukor-, az epekőbetegségek gyakori előfordulásában, továbbá a magas vérnyomás, az érelmeszesedés és az infarktus kialakulásában.

A zsír a húsban zsírszövet formájában van jelen. Ez lehet jól látható felületi zsiradék vagy az izmon belüli, márványozottságot adó zsír (ez inkább a marha- és sertéshúsról jellemző). Az előbbit el lehet távolítani, az utóbbit gyakorlatilag nem. A teljesen sovány színhús 1-2% zsírt tartalmaz, függetlenül attól, hogy milyen állatból származik. (Meg kell azonban jegyeznünk, hogy a 2% zsírtartalom alatt a hús túlságosan száraz, élvezhetetlen, mert elmarad az a hatás, amit a zsiradék gyakorol a nyáltermelésre). A zsírtartalom függ az állat fajtától, fajtájától, korától, nemétől, takarmányozásától és természetesen a húsrész fajtájától (Csapó, 2004). Baromfi esetén nagymértékben függ az elfogyasztott zsír mennyisége attól, hogy a húst bőrrel együtt vagy anélkül fogyasztottuk. A húsételek zsírtartalma az elkészítés módjától is függ. A legsoványabb hús is zsírossá tehető bőséges panírozással és bő zsiradékban (zsír vagy olaj) történő sütéssel.

Az állati szervezetben lévő lipidek (zsírok) egy része a sejtmembrán felépítésében vesz részt (foszfolipidek, koleszterin), másik része triglicerid formájában lerakódott zsír. A trigliceridek tulajdonságait a glicerinnel kapcsolódó 3 molekula zsírsav határozza meg, azok lánc hosszúsága, telítettsége. A lánc hosszúság alapján megkülönböztetünk rövid (2-6 szénatomból álló), közepes (6-14 szénatomból álló) és hosszú szénláncú (több mint 14 szénatomból álló) zsírsavakat. A telítettség alapján telített (SFA) zsírsavakat – ezek az egészségre kedvezőtlen hatásúak –, egyszeresen telítetlen (MUFA) és többszörösen telítetlen (PUFA) zsírsavakat. Ez utóbbiak kedvező hatásúak az emberi szervezetre. Az állatok zsiradékának zsírsavösszetételét az állat faja, kora, neme, de főleg a takarmányozás módja befolyásolja. Lenmag, olajos magvak (repce, napraforgó, kókuszdió), zöldtakarmányok (árpa-, borsó- és zabcsíra) etetése esetén a hús többszörösen telítetlen zsírsavtartalma megnő. Ugyanakkor nincs hatással az állatok tömeggyarapodására, testfelépítésére és húsmínőségére (Nilzén, 2001). Minél több azonban a telítetlen kötések száma, annál érzékenyebb a zsiradék az oxidációra, ami puhuláshoz és avasodáshoz vezet. A különböző húsok zsírsavösszetételét a 3. táblázatban mutatjuk be (Souci et al., 1994).

3. táblázat: Különböző húsok zsírsavösszetétele az összes zsírsav százalékában (Souci et al., 1994)

Zsírsav	Marhahús	Báránhús	Sertéshús	Csirkehús	Pulykahús
SFA	44,9	52,1	40,2	35,1	36,5
14:0	3,2	5,4	1,0	1,3	1,0
15:0	0,6	0,6	-	-	-
16:0	26,9	24,2	24,5	26,7	25,0
17:0	1,2	1,0	-	-	0,5
18:0	13,0	20,9	14,1	7,1	10,0
MUFA	49,3	40,5	35,5	47,6	26,9
16:1	6,3	1,3	0,4	7,2	5,0
17:1	1,0	1,0	-	-	-
18:1	42,0	38,2	34,4	39,8	21,5
PUFA	4,3	5,0	15,2	14,9	29,5
18:2	2,0	2,5	13,7	13,5	20,0
18:3	1,3	2,5	1,5	0,7	1,0
30:3	-	-	-	-	-
20:4	1,0	-	-	-	5,0
20:5	-	-	-	0,7	1,5
22:5	-	-	-	-	2,0

A kérődző állatokban – bendőjük redukáló mikroflórája révén – több telített zsírsav rakódik le. A legtöbb telített zsírsav (SFA) a bárány- és a marhahúsban. A sertéshúsban 40% körül van, míg a baromfihúsban kisebb. Az egyszeresen telítetlen zsírsavak (MUFA) aránya 27 és 50% között mozog, tehát a húsok jelentős mennyiségű MUFA zsírsavat tartalmaznak. Nagyobban a különbségek a többszörösen telítetlen (PUFA) zsírsavak mennyiségében. Kevés van a marha- és a bárányhúsban, a sertés- és csirkehúsban az összes zsírsav mennyiségének csak kb. 15%-a, míg a pulykahúsban eléri a 30%-ot is.

Táplálkozás-egészségügyileg fontos mutatószámok a PUFA/SFA arány, ami a húsoknál megfelelő.

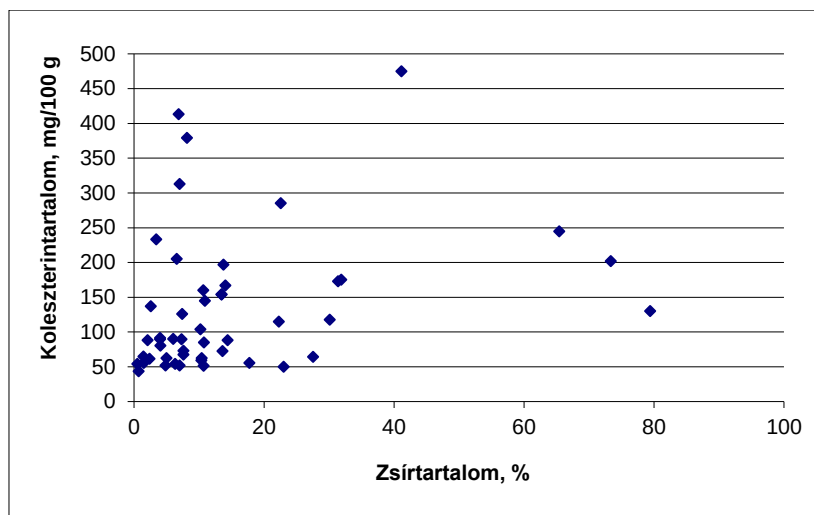
Az állati zsírok és húsok – főleg a sertéshús – legtöbbet támadott összetevője a **koleszterin**. Pedig a koleszterin minden állati sejtnak az alkotórésze, az agyvelő és a többi idegszövet 10%-ban koleszterinből áll. A koleszterin az alapanyaga a D-vitaminnak és a szteroid hormonoknak. 20-30%-a epesavak termelésére fordítódik, kis mennyisége pedig a szövetek regenerálódására. A szervezetben lévő koleszterin 76%-a belső szintézisből származik. A táplálékkal felvett 24% koleszterinből átlagosan 60% szívódik fel (Csapó, 1999).

A kereskedelemben kapható különböző húsrészek és belsőségek zsír- és koleszterintartalmát a 4. táblázatban mutatjuk be (Zsarnóczay és Zelenák, 2003). (Itt jegyezzük meg, hogy az agyvelő koleszterintartalma 3000, a tojásé 450, a sajtoké 150 mg/100.)

4. táblázat: Kereskedelemben kapható húsok és belsőségek zsír- és koleszterintartalma (Zsarnóczay és Zelenák, 2003)

Húsrész	Zsír, g/100 g	Koleszterin, mg/100 g
Sertés		
comb	8,0	50
karaj	9,5	54
tarja	17	55
dagadó	21	67
hátaszalonna	80	130
Marha		
comb	5,5	59
hátszín	2,1	88
rostélyos	14	73
lábszár	11	85
faggyú	75	200
Belsőség		
máj	3,5	240
velő	8,6	300
Csirke		
mell bőr nélkül	1,5	65
mell bőrrel	7,5	126
comb bőr nélkül	6,0	90
comb bőrrel	11	145
szárny bőrrel	23	285
Ajánlott mennyiség, fő/nap	80	300

A húsok zsír- és koleszterintartalma között nincs szoros összefüggés. Ezt szemlélteti a 2. ábra (Zsarnóczay és Zelenák, 2003).



2 ábra: Húsok zsír- és koleszterintartalma közötti összefüggés (Zsamóczay és Zelenák, 2003)

Vitaminforrás

Az emberi szervezet életműködésének fenntartásához nemcsak olyan tápanyagok kellenek, amelyek energiát szolgáltatnak (zsírok, fehérjék, szénhidrátok), hanem olyan természetes szerves vegyületek, amelyekből csak kis mennyiségre van szükség. Ilyenek a vitaminok, amelyek nélkülözhetetlenek, mert szabályozzák az anyagcserét, az energiaforgalmat, az enzimműködést és a szervezet megújítását. A vitaminok két nagy csoportba sorolhatók: zsírban oldódó (A, D, E, K) és vízben oldódó (B-csoport, C) vitaminok.

A húsok a **B-vitamincsoport** tagjait (B_1 , B_2 , niacin, B_6 , B_{12}) tartalmazzák jelentős mennyiségben. A húsok a legfontosabb B_{12} -vitamin források. A húsból jó hatásfokkal szívódnak fel, mintegy 60-80%-ban (Doscherholmen et al., 1978). A B_{12} -vitamin (kobalamin) elengedhetetlen az emberi szervezet működéséhez, ugyanis valamennyi sejtünk B_{12} -vitamint igényel. Hiányában a sejtnövekedés és osztódás gátolt. Legjellegzetesebb tünetei az anémia (vérszegénység) és az idegrendszeri elváltozások. A természetben csak a mikroorganizmusok képesek a B_{12} -vitamint szintetizálni (ilyen baktériumok vannak a kérődzők bendőjében), az összes többi állat és az ember számára is nélkülözhetetlen a B_{12} -vitamin tartalmú táplálék fogyasztása, amit csak állati eredetű élelmiszer tartalmaz. Zsírban oldódó vitaminokat a hús kis, a belsőségek viszont nagy mennyiségben tartalmaznak, főleg A- és D-vitamint.

A különböző húsok és belsőségek vitamintartalmát az 5. táblázatban foglaltuk össze (Souci et al., 1994).

5.táblázat: Különböző húsok és belsőségek vitamintartalma (Souci et al., 1994)

	A µg/100 g	D µg/100 g	B₁ mg/100 g	B₂ mg/100 g	Niacin mg/100 g	B₆ mg/100 g	B₁₂ µg/100 g	Folsav µg/100 g
Sertéshús	–	–	0,77	0,35	7,5	0,4	0,8	–
Marhahús	12	–	0,15	0,20	4,5	0,12	–	–
Csirkehús	10	–	0,15	0,20	8	0,5	–	9
Sertésmáj	4500	2	0,30	2	14	0,66	6	205
Tőkehal	40	2,5	100	50	2,5	1,0	0,4	9
Ponty	45	–	100	40	2,4	0,08	1,5	–
Ajánlott mennyiség, fő/nap	800	5	1,1	1,1	14	1,3	2,4	400

Ásványianyag-forrás

Az ember egészséges élete elképzelhetetlen megfelelő mennyiségű és helyes arányú ásványianyag-ellátás nélkül. Ezek az anyagok biztosítják a sejtek, szövetek rugalmasságát, felelősek a fehérjék oldatban tartásáért, részt vesznek az idegvezetésben, a vér sav-bázis egyensúlyában. Az anyagcsere-folyamatok során állandóan veszítünk ásványi sókat, melyeket ivóvízzel, de főleg az élelmiszerek útján pótolni kell. A makroelemek közül a nátrium és a kálium megfelelő arányban található a húsokban. Együtt szabályozzák a szervezet vízegyensúlyát és normalizálják a szív ritmusát. A nátrium/kálium arány eltolódása az idegrendszer és az izomműködés zavarát okozza. Ugyanakkor a túlzott nátriumbevitel (konyhasóval) magas vérnyomás kialakulását segíti elő. A mikroelemek közül kiemelkedő a húsok vastartalma. A vas központi szerepet játszik a vörösvértestek felépítésében, a szervezet oxigénellátásában. A vas a vörös színt adó húspigment központi eleme. Minél vörösebb színű tehát a hús, annál nagyobb a vastartalma (pl. marhahúsé nagyobb, mint a sertéshúsé, csirkecombé nagyobb, mint a csirkemellé). A máj különösen gazdag vasforrás. Szintén nagy mennyiségben fordul elő a húsokban a cink. A cink részt vesz az enzimek működésében, biztosítja a sejtek épségét, szabályozza az izmok összehúzódó képességét, elősegíti az inzulin képződését, szerepet játszik a szaporodószervek kialakulásában és hozzájárul a szellemi frissesség megőrzéséhez. A szervezet sokkal könnyebben fel tudja venni ezeket az elemeket a húsfélékben előforduló szerves kötésű vegyületekből, mint más, például növényi eredetű táplálékból (Gaál, 2000). A 6. táblázatban a húsok ásványianyag-tartalmát ismertetjük (Horváth 2000).

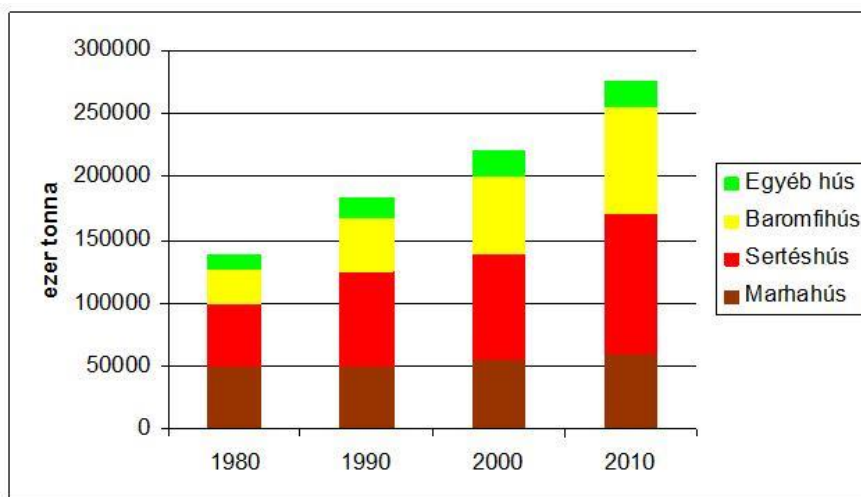
6. táblázat: Különböző húsok ásványianyag-tartalma (mg/100 g; Horváth, 2000)

	Nátrium	Kálium	Kalcium	Vas	Cink
Sertéshús	70	442	13,2	1,0	2,8
Marhahús	70	381	10,0	1,6	3,1
Csirkehús	50	400	5,0	0,6	0,6
Sertésmáj	338	368	10,4	16,0	4,1
Tőkehal	90	350	11,0	0,3	0,3
Ponty	50	310	30,0	1,0	1,4
Ajánlott mennyiség, mg/fő/nap	2000	3500	800	12,0	10,0

1.2 Hústermelés

A világ lakossága az elmúlt évtizedek alatt rohamosan megnövekedett. Míg 1990-ben 5,2 milliárd ember élt a Földön, addig a becslések szerint 2050-re meghaladjuk a 9 milliárd főt. Ennyi ember táplálékkal történő ellátása hatékonyabb és gazdaságosabb állattartást és feldolgozást igényel.

Állati termék előállítására a világon 1 200 millió tonna, ennek 60%-a tej és tejtermék, 12%-a hal, 9%-a sertéshús, 7%-a baromfi, 6%-a marhahús és további 6%-a tojás. Hústermelés a világon 270 millió tonna, ennek 41%-a sertés, 32%-a baromfi és 22%-a marha. Az utóbbi években megfigyelhető mennyiség növekedésén kívül átrendeződés is van, amit a 3. ábra mutat be. Baromfi aránya az összes húson belül 1980-ban még csak 19% volt, 1990-ben 25%, 2000-ben 28% és 2010-ben már elérte a 30%-ot. Ez azt jelenti, hogy a baromfi húst egyre jobban kedvelik a fogyasztók.



3.ábra: Húsok világpiacának alakulása

A világ baromfi hús termelése kb. 90 millió tonna egy évben. Ennek legnagyobb mennyiségét az USA állítja elő (24%), ezt követi Kína (16%), Brazília (15%), majd az Európai Unió (14%). A maradék 31%-

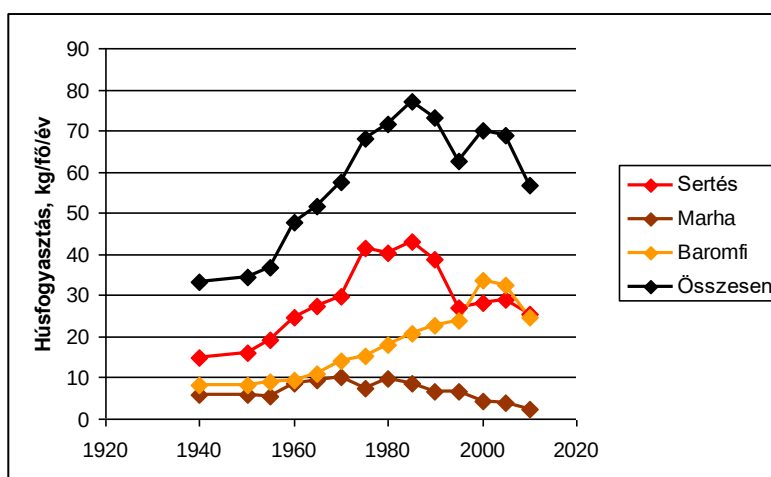
ot Mexikó, India, Oroszország, Argentína, Irán, Dél-Afrika és Thaiföld. Az Európai Unió baromfihús termelését a 7. táblázat mutatja. Látható, hogy Magyarország a

7. táblázat: Az Európai Uniós országok baromfihús termelése (összesen 100%)

Ország	Megoszlás (%)
Franciaország	23
Egyesült Királyság	17
Olaszország	13
Spanyolország	11
Németország	10
Hollandia	8
Lengyelország	8
Magyarország	6
Csehország	2
Szlovákia	1
Szlovénia	1

1.3 Húsfogyasztás

A húsfogyasztás a jóléti társadalmakban nagy, pl. az USA-ban 120 kg/fő/év, az Európai Unió átlaga is 110 kg/fő/év. Ugyanakkor Magyarországon mindössze 56 kg/fő/év, és sajnos fokozatosan csökken. Ezt mutatja a 4. ábra.



4. ábra: A húsfogyasztás Magyarországon a Központi Statisztikai Hivatal adatai alapján

A baromfin belül a legnagyobb mennyiségben a csirkét fogyasztjuk (65%), ezt követi a pulyka (20%), majd a liba (8%) és a kacska (7%). Az ábráról látható, hogy a hazai lakosság marhahús fogyasztása

minimális, nem éri el az kg fejenkénti éves fogyasztást. A legtöbbet sertéshúst fogyasztunk, de a 2000-es évekre a baromfihús fogyasztásunk utolérte, sőt meg is haladta a sertéshús fogyasztást. Ez napjainkban kb. 25-25 kg.

A baromfihús népszerűségének több oka is van: a fogyasztók a kis zsírtartalmú húsokat részesítik előnyben (ugyan ez nem minden húsrészre igaz, hiszen, ha a szárnyat bőrrel fogyasztjuk, annak zsírtartalma 23%), könnyen és sokrétűen elkészíthető, a háztájiban könnyű felnevelni, gyorsan felnő, jó a színhúskihozatala, a különböző vallásúak is (zsidó, muzulmán) is fogyaszthatják, előállításuk gazdaságos.

1.4 Ellenőrző kérdések

- 1) Mióta fogyaszt az emberiség húst?
- 2) Mennyi a húsok biológiai értéke, és ez mit jelent?
- 3) Mennyi a húsok átlagos koleszterintartalma?
- 4) Melyik vitamin található csak az állati eredetű termékekben?
- 5) Mennyi a hazai lakosság éves és fejenkénti húsfogyasztása?

2. BAROMFI FELDOLGOZÁS

Az állatok között megkülönböztetünk

- Fajt: ez olyan állatcsoport, amelynek egyedei más fajoktól többé-kevésbé elhatárolhatóak (pl. baromfi, sertés, hal), a legtöbb jellegzetességük azonos, saját körükön belül szaporodnak (ha más fajjal szaporodnak utódaik terméketlenek)
- Fajtat: ez többé-kevésbé egységes állatcsoport, melynek egyedei színbeli, alaki, szervműködési tulajdonságaik alapján a faj többi egyedétől jól elhatárolhatóak

A fajták csoportosítása történhet:

1. Környezet szerint
 - természetes fajta: edzettek, igénytelenek, betegségekkel szemben ellenállóak, természetes közegben élnek, lassan fejlődnek
 - nemesített fajta: az ember céltudatos tenyésztői munkája szerepet játszik
 - kultúr fajta: tervszerű tenyésztői munkának és mesterségesen kialakított életfeltételeknek köszönhetik létüket
2. Földrajzi elhelyezkedés szerint
3. Hasznosítás módja szerint a gazdasági állatoknál pl. tojás-, hús-, tej-, gyapjútermelés

A baromfifajok a következők: tyúk, pulyka, kacsa, liba, gyöngytyúk és galamb.

Jelen jegyzetünkben csak a tyúkkal foglalkozunk.

A tyúkok elnevezése a nemük és koruk alapján történik (Horn, 2000):

- Naposcsibe – a tojásból kikelt, 48 óránál nem idősebb, ép, egészséges, jól fejlett, életképes, még nem etetett és itatott.
- Csirke – nevelésre kihelyezett állat, 8 – 10 hetes koráig.
- Vágóbaromfi – csirke, nemre való tekintet nélkül, belterjes módon 10 hétnél nem idősebb, külterjes módon 20 hétnél nem idősebb, nem ivarérett, lába sima pikkelyű, mellcsontnyúlványa hajlítható, a hímivarú állat sarkantyúi fejletlenek, a nőivarú még nem tojt.
- Brojler (pecsenyecsirke) – 1 kg-on felüli testtömegű, vágásra érett csirke:
 - Mini brojler 700 – 900 g
 - Kis brojler 1000 – 1300 g
 - Grill brojler 1400 – 1700 g
 - Normál brojler 1700 – 2500 g
 - Maxi brojler > 2500 g
- Roaster – 9-12 hetes korban vágott brojler, 3000 g feletti vágótömegű.
- Növendék – 10 hétnél idősebb, de még nem ivarérett, tenyésztési vagy tojástermelésre nevelt állat.
 - Jérce – nőivarú
 - Növendék kakas – hímivarú.
- Tyúk (tojó) – 20 hétnél idősebb, ivarérett, tojástermelő, nőivarú tenyészállat, lába durva pikkelyű, mellcsont nyúlványa elmeszesedett, nem hajlítható.
- Kakas – 20 hétnél idősebb, hímivarú állat, lába durva pikkelyű, mellcsontja elmeszesedett, sarkantyúja nagy.
- Hízott kappan – 10-12 hetes korban ivartalanított kakas, 20-24 hetes korig hizlalva, vágótömege 6-8 kg.

2.1 Tyúkfajták

A tyúkokat hasznosításuk szerint különböztetjük meg (Horn, 2000):

Tojáshasznúak: pl. fehér leghorn, Rhode island. Jellemző a kis testsúly (tojó 2 kg, kakas 3 kg), tojástermelésük 250 db tojás évente.

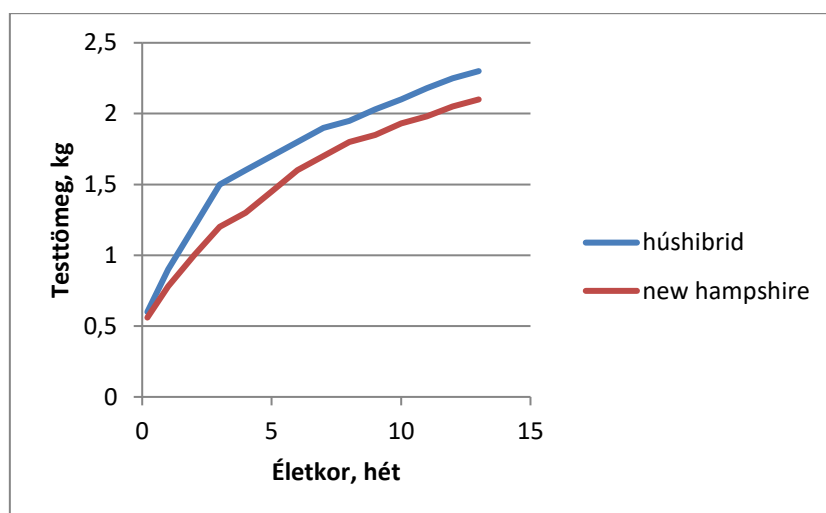
Húshasznúak: pl. fehér cornish. Jellemző a nagy testsúly (tojó 4 kg, kakas 5 kg), így a nagyobb húskihozatal, viszont a kisebb tojástermelés, ami 100 db tojás évente.

Vegyeshasznúak: pl. new hampshire, sussex, plymouth rock. Jellemzői a tojás- és a húshasznúak közötti, azaz közepes testsúly (tojó 3,3 kg, kakas 4 kg) és közepes tojástermelés, ami kb. 200 db tojás évente.

Hibridek: a hibrid tyúkok kialakítása az 1930-as években kezdődött az USA-ban. Fajtatiszta tenyésztés helyett a fajtán belül kialakított, keresztezéseken alapuló specializált vonalakat állítanak elő, melynek célja a tulajdonságok javítása.

Tojóhibridek kialakításánál a cél a kiemelkedő tojástömeg (60 g fölötti), erős héj, kiemelkedő tojástermelés (legalább 300 db tojás évente), korai ivarézés

Húshibridek kialakításánál a cél a mell és a comb izmoltsága, jó növekedési erély. A legismertebb hibridek a Hubbard és a Ross. Az 5. ábrán a vegyes hasznú new hampshire és egy húshibrid növekedése látható (Horn, 2000).



5.ábra: Vegyeshasznú new hampshire és húshibrid növekedési erélye (Horn, 2000)

Hagyományos magyar tyúkok: pl. sárga magyar, kendermagos, kopasznyakú. A XX. sz. elején jellemző a magyar udvarokban, edzett, ellenálló, kistestű (tojó 2 kg, kakas, 2,5 kg), általában jó tojástermelésű (200 db tojás évente), ami nagy tömegű (70 g).

Dísztyúkok: pl. arany olasz, ezüst wyandotte, sárga cochin, ezüst brahma. Ezekre jellemző, hogy csak a szépségükért tartják.

A fontosabb tyúkok képeit a 6. ábra mutatja (https://www.tankonyvtar.hu/hu/tartalom/tamop425/2011_0001_521_Allattenyesztes_2/ch08.html).



Fehér leghorn



New hampshire



Sárga magyar



Arany olasz kakas

6. ábra: Fontosabb tyúkfajták

(https://www.tankonyvtar.hu/hu/tartalom/tamop425/2011_0001_521_Allattenyesztes_2/ch08.html)

2.2 Tartástechnológia

Az állattartás szabályait a 32/1999 (III. 31.) FVM rendelet „Mezőgazdasági haszonállatok tartásának állatvédelmi szabályairól” foglalja össze. A baromfitartás célja a hústermelés vagy a tojástermelés. A tartástechnológia többféle lehet (Horn, 2000).

2.2.1 Intenzív (zárt tartás)

A zárt tartás – a nevéből következően – zárt istállókban történik.

A zárt tartás esetén az alábbi követelményeket kell betartani: mérete akkora legyen, ami 1 nap alatt vágásra bocsátható (egyszerre telepítés, egyszerre ürítés), elegendő itatóhely legyen (szelepes itatók) 3 m-en belül, takarmány mindig legyen az állat előtt (ezt nevezzük ad libitum takarmányozásnak), klimatizált legyen, megfelelő megvilágítás legyen (a különböző életkorban más a hőmérséklet- és a fényigény), az állatok alatt alom legyen, ami a keletkezett nedvességet felszívja, kiszolgálása egyszerű és áttekinthető legyen. Az állatsűrűség 30 kg/m^2 , ami 15 állat/m^2 -nek felel meg. A hizlalási/felnevelési idő általában 42 nap, a takarmányhasznosítás 2 kg/1 kg élőtömeg, azaz 1 kg élőtömeg előállításához az állatnak 2 kg takarmányt kell elfogyasztania (7. ábra) (<http://www.poultry-tech.com/>).



7. ábra: Intenzív, zárt tartási mód (<http://www.poultry-tech.com/>)

A rossz tartástechnológia talp- (8. ábra) és mellfekély kialakulását, megbetegedést, sérülést okozhatja, ami gazdasági kárral jár. Rendszeresen mérni kell az istállóban az ammónia koncentrációt – ami maximum 20 mg/kg érték lehet, ennél nagyobb érték az állatoknál vakságot okozhat –, valamint a szén-dioxid koncentráció, ami maximum 3000 mg/kg érték lehet.



8. ábra: Talpfekély (<http://forum.index.hu/Article/showArticle?go=121598522&t=9192852>)

2.2.2 Extenzív (szabadtartású)

Ez a tartásmód általában a háztáji gazdaságokra jellemző, a hagyományos baromfik tartásánál. Itt hosszabb a tartási idő, elérheti a 80 napot is, nagyobb az állat takarmányhasznosítása (2,7 kg/ 1 kg élőtömeg), így az állat lassabban nő. Ennek köszönhetően azonban érettebb, rostosabb, keményebb lesz a húsa. A lassú növekedés következtében a különböző vitaminoknak, ásványi anyagoknak van idejük beépülni a szervezetbe.



9. ábra: Extenzív, szabad tartási mód (<https://www.biokontroll.hu/tyuktartas-oekologiai-gazdasagban/>)

A fogyasztók jobban kedvelik a szabadtartású baromfit és az abból készült termékeket (Tikász et al., 2008).

2.2.3 Biotartás

A biotartás a szabadtartás egyik formája. Az előírás szerint a telepítési sűrűség nem haladhatja meg négyzetméterenként a 10 db állatot. Feltétele, hogy GMO mentes biotakarmányt kapjon az állat, ne kapjon gyógyszert, és az állományt, takarmányt rendszeresen ellenőrizték, majd tanúsítsák. Ez a legdrágább tartási mód.

2.2.4 Ivar szerinti tartás

Ennek lényege, hogy a hím- és nőivarú egyedek a növekedése eltérő, a hímivarúak gyorsabban nőnek, mint a nőivarúak. A 3. héten a nőivarúak átlagtömege 1,5 kg, míg a hímivarúaké 1,9 kg (Horn, 2000). Tehát, ha kezdettől fogva ivar szerint elkülönítjük az állományt, akkor az kiegyenlítettebb lesz, vagyis a feldolgozó könnyebben és jobb minőségben dolgozhatja fel, mivel az állatok közel egyforma méretűek. A takarmányozásnál figyelembe vehetők az eltérő igények. Nem utolsó sorban a feldolgozó rugalmasabban alkalmazkodhat a piaci igényekhez (pl. kis tömegű jérce vagy nagy tömegű kakas). A hátránya viszont, hogy a szexszálás (ivarmeghatározás) miatt többletköltség jelentkezik. Összességében tehát a két nem nevelési gazdaságossága eltérő.

2.2.5 Ketreces tartás

A ketreces tartás korábban Kelet-Európára volt jellemző. Állatvédelmi okokból ma már csak tojástermelésre lehet ezt a tartásmódot használni. Azonban a fogyasztók ezt a tartásmódot már itt sem nagyon fogadják el, egyre jobban előtérbe kerül a szabadtartásos tojástermelés. A tartásmód előnye, hogy a ketrecek egymásra rakhatók, nincs szükség alomra, ugyanakkor az állatok szorosan egymás mellett, rácsokon állnak, melyek 14%-os lejtésűek. Egy állatra 550 cm² alapterület jut, és a ketrecek magassága 40 cm. Ezt mutatja a 10. ábra (<https://agrarium7.hu/cikkek/440-valsagba-kerulhet-az-europai-tojasipar>).



10. ábra: Ketreces tartásmód, kizárólag tojástermelésre (<https://agrarium7.hu/cikkek/440-valsagba-kerulhet-az-europai-tojasipar>)

2.3 Takarmányozás

Az állatok takarmányozása a koruknak és a hasznosítási céljuknak megfelelő takarmánnyal kell történjen. Ez 3 formából áll, az indítótáp, a nevelőtáp és a befejezőtáp. A tápok összetétele tehát változó. Minden olyan anyagot kell, hogy tartalmazzon, amire az állatnak abban a korban szüksége van. Ez elsősorban **fehérjét** jelent, hiszen abból építi fel az állat a saját testét (a fehérjehasználata a baromfinak a legjobb, 47%). Nem minden fehérje tartalmazza a megfelelő mennyiségű aminosavakat, ezért a tápok aminosavakkal is kiegészítik, amiknek más és más a szerepük. A lizin a testfehérje szintézisében vesz részt, a treonin a bélcsatorna immuntevékenységében vesz részt, a cisztein a tollképzésben, a metionin az energiaforgalomban, a glicin a húgysav szintézisében. A takarmány **zsírtartalma** energiaforrás (az állat zsírhasználata 80%). Azonban nem mindegy, hogy milyen anyagból nyerték a zsírt, hiszen azok aromaanyagai (pl. halolajból, tepertőből) megjelennek az állat zsírjában is. A csirkére a depózsír, azaz a bőr alatti zsír a jellemző. A takarmány **szénhidrátartalma** a rostbevittet szolgálja. És nem szabad elfeledkeznünk az ásványianyag-bevitelről. A kalcium, foszfor, magnézium és réz a csont- és tojáshéjképzésben vesz részt, a nátrium és kálium a vérképzésben, míg a cink a növekedésben. Szintén nélkülözhetetlen a takarmányhoz kevert **vitaminok** (Dublecz, 2017).

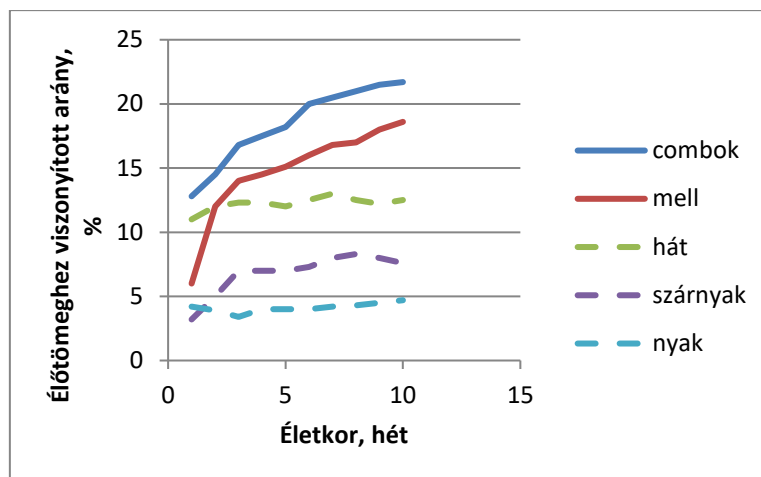
A különböző tápok összetételét a 8. táblázatban mutatjuk be.

8. táblázat: A különböző tápok összetétele (Dublecz, 2017)

	Indítótáp	Nevelőtáp	Befejezőtáp
Szárazanyag, %	89,0	88,5	88,2
Fehérje, %	21,5	18,0	15,5
Zsír, %	2,5	2,9	3,0

Látható, hogy a kor előrehaladtával egyre kevesebb fehérjére, és egyre több zsírra van szüksége az állatnak. A megfelelő takarmánnyal biztosítható, hogy a csirke a zárt tartás esetén 6 hét alatt elérje a vágási tömeget, ami kb. 2 kg.

Az egyes izmok sem egyformán növekednek a korrallal. A comb- és mellizmok (főtermékek) erőteljesen növekednek, míg a hát, a szárnyak és a nyak szinte állandó értéken vannak, amit a 11. ábra szemléltet (Hom, 2000).



11. ábra: A testrészek növekedésének aránya (Horn, 2000)

Az állat hújának szárazanyagtartalma folyamatosan nő az életkorral (a hímivarúaké nagyobb), a fehérjetartalom az 5. hétig nő, majd állandó érétken marad (a hímivarúaké nagyobb), és a zsírtartalom is folyamatosan nő (a nőivarúaké nagyobb) (Horn, 2000).

2.4 Feldolgozás

A csirke **elsődleges feldolgozása** 2 övezetből áll, ahol térben és időben elkülönülve az alábbi műveletek történnek:

- szennyes övezet: Függesztés, kábítás, vágás, véreztetés, forrázás, kopasztás, testmosás, lábvágás
- tiszta övezet: átfüggesztés, zsigereelés

A megtisztított test ezután előhűtésre kerül, ahol a maghőmérséklete eléri a 4 °C-ot. A lehűlt egész testet csomagolják, vagy a kereskedelmi és fogyasztói igényeknek megfelelően darabolják.

A **másodlagos feldolgozás** során történik a csontos húsról történő mechanikai szeparálás, a készítménygyártás és a kényelmi termékek (pl. elősütött, panírozott csirkemell) gyártása.

A csirkefeldolgozás speciális **vágóvonalon** történik, ami 1 baromfifaj feldolgozására alkalmas (ez a brojler csirke), ahol a testek körülbelül azonos méretűek. Jellemzője, hogy nagymértékben automatizált, nagy kapacitású (800 db/óra).

A feldolgozó vonal egy felsőpályás függő konvektor, ami biztosítja a folyamatos technológia megvalósítását, folyamatos szállítással, egyenletes munkaütemmel (12. ábra).



12. ábra: Felsőpályás konvektor (STORK prospektus)

2.4.1 Függesztés

A szennyes övezet első technológiai lépése a függesztés. Az állatok beszállítása után azonnal megtörténik, nincs pihentetés, mint a sertésnél vagy a marhánál. A modern technológiánál az állatok modul fémketrecekben érkeznek a vágóvonalra. Ez 4 emelet magas, összeépített ketrec, melynek az eleje ajtó. Először a teherautó bruttó (állatokkal teli) mérlegelése történik meg, a modul ketreceket targoncával a fogadóhelyiségbe szállítják, és a görgősorra emelik. Egy ürítőszerkezet megbillenti a ketreceket, ami következtében az ajtó kinyílik, és a csirkék egy fedett szállítoszalagra csúsznak, ami a függesztő helyiségbe, egy forgó körasztalra szállítja őket. Innen történik a függesztés emberi erővel. Az üres ketreceket lemérik (ez lesz a nettó tömeg), majd mossák, fertőtlenítik, és száradás után visszarakják a teherautóra.

A függesztés fontos szabálya az állattal történő kíméletes bánásmód. A függesztés lábra történik.

2.4.2 Kábítás

Az állatokat vágás előtt kábítani kell (577/74/EC rendelet) (kivéve a kóser, halál vágásnál) és az 1998. évi XXVIII. törvény „az állatok védelméről és kíméletéről” értelmében. A kábításnak több szempontja is van:

- Állatvédelmi szempont: öntudatlan állapot elérése a lehető legrövidebb idő alatt, ami a halál bekövetkeztéig eltart
- Munkavédelmi és technológiai szempont: könnyen és biztonságosan kivitelezhető legyen a vágás és véreztetés, a bőrmozgató izmok megbénításával könnyebb a kopasztás
- Higiéniai és gazdaságossági szempont: teljes és gyors legyen a kivérzés, izombevérzés és csonttörés ne legyen
- Húsminőségi szempont: az izomanyagcserét ne befolyásolja a stresszes állapot

A kábítás a baromfi esetében univerzális elektromos kábítóberendezésben történik váltóárammal, 50 Hz frekvencián, 0,1 A áramerősséggel, 70-90 V feszültséggel. A baromfi feje egy vízzel teli kádba merül, amibe áram van vezetve. Itt elektromos áramütés éri, amitől elkábul. Ez reverzibilis folyamat, azaz egy idő eltelte után az állat észhez tér (13. ábra).



13. ábra: Univerzális elektromos kábító (<http://www.sampo.hu/baromfifeldolgozo-gepek>)

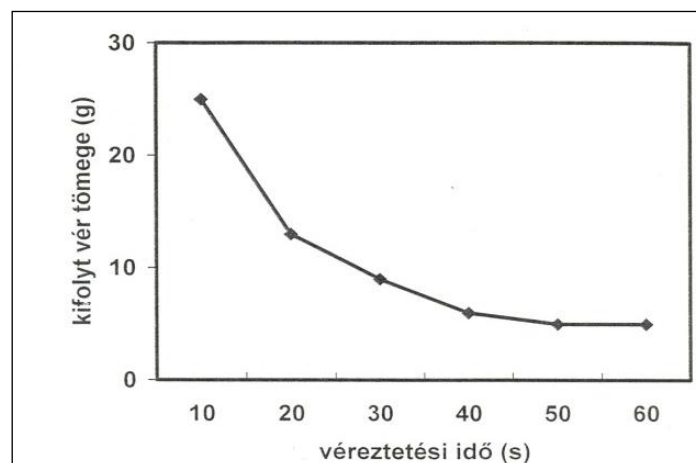
2.4.3 Vágás

A vágás során a cél az állat leölése, életműködésének megszüntetése. A vágás az áll alatt történik, csak a bal oldali (fejlettebb) vénát és artériát vágja át, a lég- és nyelőcsövet nem, ezt egy későbbi lépésben a fejtépő berendezés végzi el. A vágás körkéses ölügép végzi, melynek fordulatszáma 1000 ford/perc. Fontos, hogy az ölügép a kábítótól 5-10 m-re legyen – ez 10 másodpercet jelent –, hogy az állat ne térjen észhez.

2.4.4 Véreztetés

A vér az állat tömegének 5-7%-a. Ez függ a fajtól, fajtától, kortól és a testtölegetől. A kinyerhető vér a teljes vérmennyiség 25-50%-a, a fennmaradó mennyiség visszamarad a szervekben, szövetekben, hajsálerekben. Tehát teljes kivéreztetés nem lehetséges.

A vérzés a vágás pillanatában intenzív, később csökken (14. ábra). A csirkék esetén a véreztetési idő 70-80 másodperc. A véreztetés történhet fedett véreztető kádban vagy nyitott véreztető helyiségben. A vér veszélyes hulladék, baromfivér élelmiszerekben nem használható fel.



14. ábra: Véreztetési görbe (Jankóné, 2011)

2.4.5 Forrázás

A forrázás során szabályozott hőmérsékletű, áramoltatott vízzel teli kádba merítjük a baromfit, ezáltal csökkentjük a tollvisszatartó erőt, ami a későbbi kéméletes tolltalanítást lehetővé teszi. A tollgerinc csévéje a baromfitest tolltüszejébe ágyazódik be, ami forrázaskor fellazul, így a toll könnyen eltávolítható. A különböző testtollak, különböző mélységben vannak beágyazódva, így eltávolításukhoz más-más erő szükséges. Ha a test kihűl, úgy a tollak még nagyobb erővel távolíthatók csak el a testről. Ezt mutatja a 9. táblázat (Jankóné, 2011).

9. táblázat: Tollvisszatartó erő (Jankóné, 2011)

Tollak	Szárazon, N	Forrázás után, N	
		közvetlenül	15 perc múlva
Nagy szárnytollak	23,10	17,60	25,50
Kis szárnytollak	17,30	9,70	12,60
Faroktollak	13,60	9,20	21,20
Oldali testtollak	3,64	0,90	3,23
Háti testtollak	4,34	1,03	7,01
Hasi testtollak	2,04	1,40	2,72
Combtollak	3,26	1,02	2,41

A forrázás hatékonysága függ a forrázóvíz hőmérsékletétől és a merítés időtartamától. Minél nagyobb a hőmérséklet, annál rövidebb idő szükséges.

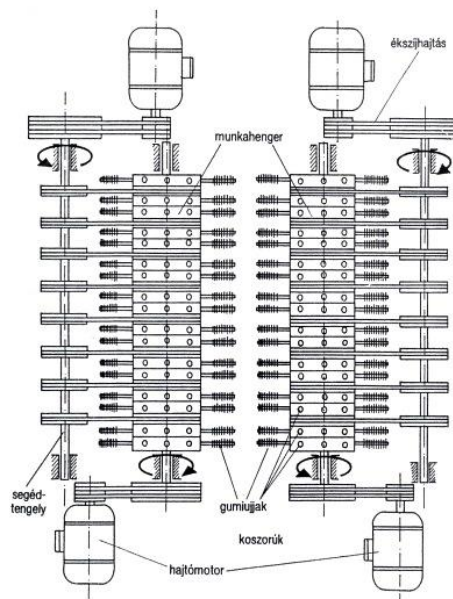
A forrázást a víz hőmérséklete szerint 3 csoportba soroljuk:

- Lágú forrázás 49-52 °C-on történik. A felhám a felületen marad, nem koagulálódik az epidermisz, esztétikus megjelenést ad, sárga színű lesz a bőr, viszont nehezebb a későbbi kopasztás.
- Félkemény forrázás 53-55 °C-on történik. A felhám szakadékonnyá válik, felpödrődik, a fogyasztó tollasnak hiszi és elutasítja.
- Kemény forrázás több mint 55 °C-on történik. Ekkor a felhám már sérül, fehér színű lesz a test, forrázási foltok jelennek meg a bőrön, viszont könnyebb lesz a kopasztás.

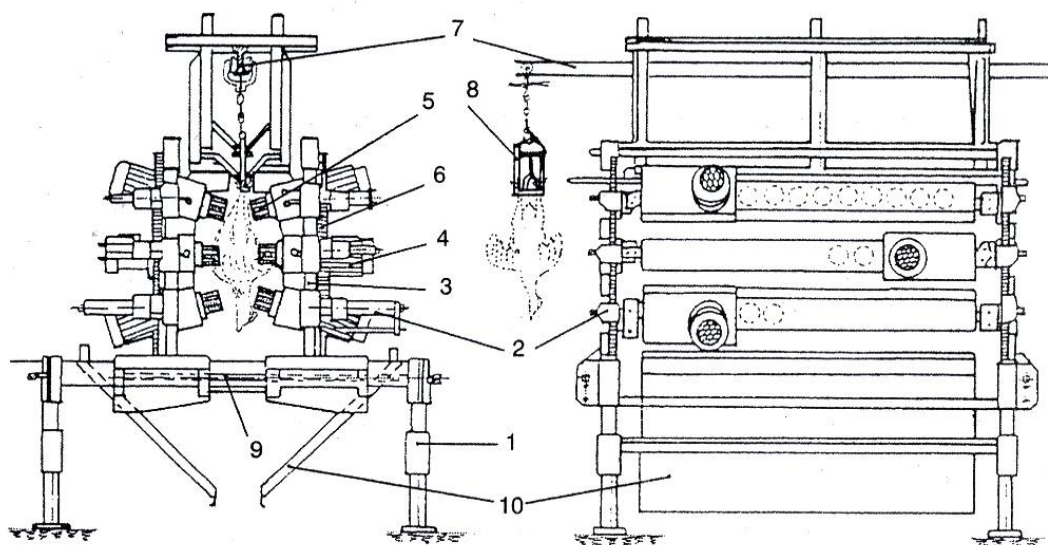
A legkorszerűbb forrázóberendezés a kombinált légbefúvásos. A baromfi forrázásánál általános gondot jelent, hogy a baromfitest saját tömegénél fogva nem merül el a forrázóvízben, mert sűrűsége kisebb a víznél. Ezért forrázóvíz feletti tér lezárását követően az ott összegyűlő – még jelentős hőtartalmú páragőzőket ventilátorral elszívják és a forrázótér aljára visszanyomják. Ezzel a megoldással hasznosul a páragőzők hőtartalma, és a forrázóvíz a beáramló levegőbuborékok hatására sokkal kisebb sűrűségűvé válik, így a baromfitest már elmerül. Ezen kívül szivattyúkkal felülről visszaáramoltatják a forrázóvizet a testre, ami következtében a test jobban elmerül a vízben.

2.4.6 Kopasztás

A kopasztás célja a csirke kültakarójának, azaz a tollának az eltávolítása. A kopasztógépet a forrázókad után 1 m távolságra kell elhelyezni, hogy a test ne hűljön ki. Ezt biztosítja még, hogy forrázóvíz hőmérsékletű vizet permeteznek a kopasztóba. A kopasztógépek hengeres gumiujjakkal működnek, amik a tollat a testről ledörzsölik. Ez lehet hengeres kopasztógép (Rot-O-Matic). Itt a test a felsőpályán a két henger közé érkezik, ahol a gumiujjak eltávolítják a tollakat (15. ábra). Ennél hatékonyabb, amikor a gumiujjak nem hengerre, hanem tárcsára vannak felszerelve, 1 tárcsán 8-10 gumiujj. A tárcsák mozgathatóak, így jobban illeszkednek a testfelülethez. Ez a Rot-O-Disk berendezés (16. ábra).



15. ábra: Hengeres kopasztógép (Jankóné, 2011)

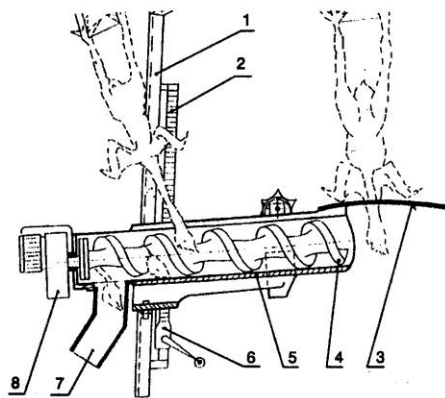


16. ábra: Tárcsás kopasztógép (Jankóné, 2011)

- (1) lábazat, (2) magasságállító, (3) oldalállványzat, (4) villanymotor, (5) gumiujjak, (6) fogasléc, (7) felsőpálya, (8) baromfifüggesztő horog, (9) szélességállító orsó, (10) surrantó lemez

2.4.7 Fejszakítás

A fejszakító berendezés a fejet a nyelőcsővel és a légsővel együtt távolítja el. A berendezés csigatengelyen lassító áttétel van, így a test részsütosan megfeszül (17. ábra), és a leggyengébb ponton szakad, a nyelőcső a begy bejáratánál, a légső pedig a tüdő bejáratánál (18. ábra).



17. ábra: Csigás fejszakító (Jankóné, 2011)

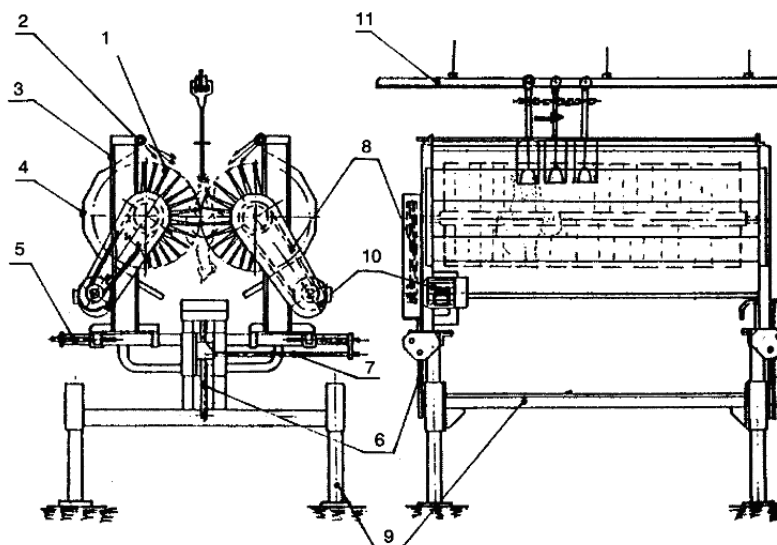
(1) függesztő állvány, (2) fogasléc. (3) nyakvezető sín, (4) csiga, (5) tépőcső, (6) magasságállító, (7) kivezető csúszda, (8) hajtómű



17. ábra: A fej a nyelv- és légsővel (STORK prospektus)

2.4.8 Testmosás

A testmosás célja a testen lévő szennyeződések (vér, toll, bélsár) eltávolítása, amit kéttérű, gumiujjas testmosó berendezéssel és megfelelő nyomású ivóvízzel végzünk. Fontos, hogy a test teljes felületét ériék a gumiujjak (18. ábra).



18. ábra: Állványos gumiujjas baromfi testmosó (Jankóné, 2011)

(1) gumiujj, (2) vízsóró cső, (3) oldalállványzat, (4) oldalburkolat és hulladékkelvezető, (5) szélességállító, (6) magasságállító lécz, (7) magasságállító tengely, (8) ékszíjáttétel, (9) gépállványzat, (10) villanymotor, (11) konvejpálya.

2.4.9 Lábvágás

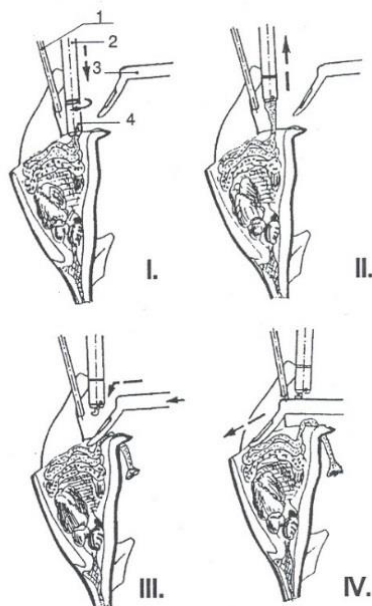
A szennyes övezet utolsó technológiai lépése a lábvágás. Ennek célja, hogy a testet a felsőpályáról eltávolítsuk, és egy mellékterméktől megszabadítsuk a testet. A vágás bokaízületben történik.

Ezután a horogból egy billentő berendezés segítségével a lábat kiemelik, majd a már üres horgot 82 °C-os vízzel mossák.

2.4.10 Zsigereles

A zsigereles a tiszta övezetben történik. Először a testet bokaízületnél horogba függesztik. A gépi zsigereles a nagyüzemben a pályaszakasz 180 °-os fordulataiban történik.

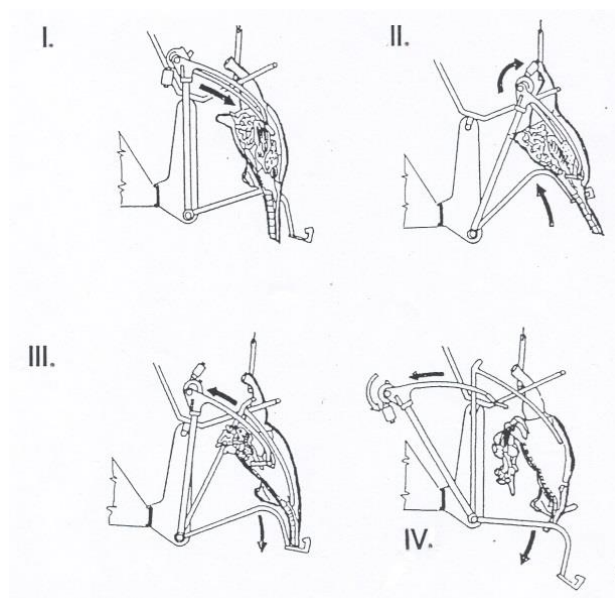
A zsigereles első lépése a testfelnyitás. Ehhez a testet pozícionálni, rögzíteni kell. Egy forgó csőkéssel körbevágják a kloákát, majd azt kiemelik a testen kívülre. A testüregből kifelé haladó csőkésben lévő kampó kiemeli a kloákát. Ezt követi a hasfal felvágása, amikor is a csőkés által ejtett nyíláson behatol a testnyitó penge, ami függőleges irányban felnyitja a testet (19. ábra).



19. ábra: A testnyitó és hasfelvágó műveleti fázisai (Jankóné, 2011)

I. pozicionálás, kloákavágó csőkés indul, II. kloakavágás és kiemelés, III. hasfelvágó kés indul, IV. a hasfal felvágása, a kés visszahúzódása, 1. függesztő horog, 2. csőkés szára, 3. hasfelvágó kés, 4. csőkés

A testfelnyitó által vágott nyíláson keresztül egy kettős kanál (lapos és körmös kanál) kiemeli a zsigeri szerveket. A kettős kanál körmös kanál vége behajlik, és a vállizület magasságában belekapaszkodik a zsigeri szervekbe, majd a cső visszahúzódnak, kiemelve ezzel a zsigeri szerveket.



20. ábra: A zsigerkiemelő automata műveletei fázisai (Jankóné, 2011)

I. pozicionálás, zsigerkiemelő indul, II. kiemelő köröm befordul, III. a zsigerkiemelés megtörténik, laposkanál is kiemelkedik, IV. a kiemelő mechanizmus alaphelyzetbe visszaáll

Az egyben kiemelt zsigerek szinkronpályára kerülnek, ami együtt halad a testtel. Az állatorvosi ellenőrzés ebben a fázisban történik meg a test és a zsigerek együttes átvizsgálásával. A beteg vagy gyanús egyedeket elkülönítik, és diagnosztikai húsvizsgálóba küldik.

A zsigereket a **nyakleválasztás** követi, mely során egy berendezés nyakroppantó karjának íves része nekiszorul a támasztóvillában elhelyezkedő baromfinyaknak, és a nyakcsigolyát elroppantja, de továbbra is erőteljesen nekifeszül nyakrésznek. A kifelé haladó szerkezet az elroppantott nyak izmait szétszakítja és közben a nyakrészt húzza kifelé a nyakbőrből.

Az utolsó lépés a **testmosás**. Először a testüregben maradt zsigeri szervek eltávolítása történik vákuummal, majd a külső tisztítás körkefével, a testüreg mosása, végül a test külső mosása.

Egy kioldó berendezés a horogból kibillenti a testet, ami az előhűtőbe kerül.

2.5 Ellenőrző kérdések

- 6) Mi az ad libitum takarmányozás jelentése?
- 7) Mi a szexszálás?
- 8) Hol található a baromfitesten a depózsír?
- 9) Hogyan oldják meg, hogy a forrázás során a test elmerüljön a forrázókádban?
- 10) Milyen technológiai lépésekből áll a szennyvesztés?

3. HÚSMINŐSÉG

A húsmínőség fogalma igen összetett, több jelentése is van:

- Táplálkozás-biológiai
- Vágási
- Élelmiszer-biztonsági
- Érzékszervi
- Fizikai

A fogyasztó számára az ár mellett meghatározó a táplálkozás-biológiai érték (a mai fogyasztó az alacsony zsírtartalmú húsokat részesíti előnyben), az élvezeti érték, azaz az érzékszervi tulajdonság és a konyhai műveletekre való alkalmasság (a mai fogyasztó az egyszerűen elkészíthető ételeket részesíti előnyben).

3.1 Táplálkozás-biológiai minőség

A hús táplálkozás-biológiai minősége a kémiai összetételét jelenti, azaz az energiatartalmát, biológiai hasznosulását, fehérjetartalmát – azon belül is a teljes értékűségét –, zsírtartalmát, vitamin- és ásványianyag-tartalmát. Ez a Baromfihús fejezetben található meg részletesen.

3.2 Vágási minőség

Ez a színhúskihozatalt jelenti. A húsipar célja, hogy minél több húst lehessen kinyerni az állatból. A legjobb a marháé, 70%-os színhúskihozatal, ezt követi a baromfi 61%-kal, majd a sertés 55%-kal.

A húskihozatal keresztezéssel javítható, ezért is hozták létre a hibrideket, melyeknek értékes húsrésze (mell és comb) nagyobb arányú. A genetikai adottságok tehát a testarányokat és a zsírosodási hajlamot határozzák meg. A csirke korának előre haladtával javul a vágási kihozatal, jobb az értékes húsrészek aránya, csökken a csontok részaránya (10. táblázat). A takarmányozás erősen befolyásolja a zsírosodás mértékét és ütemét, befolyásolja a zsír színét. A mozgáshiány zsírosít, a mozgás javítja a mell és combizmok szöveti állományát (keményebb és rostosabb szerkezet) és előidézi a combok sötétebb színét. A jó tartási körülmények, a kíméletes vágás minimálisra csökkenti a bevérzéseket, sérüléseket.

10. táblázat: Testrészek aránya és összetétele (Jankóné, 2011)

Testrészek	Tömeg, g	Arány, %	Összetevők, %		
			víz	fehérje	zsír
Zsigerelt test, csont nélkül	1512	100	66,3	18,3	14,8
Hát	354	23	58,1	14,1	28,7
Mell	362	24	69,5	20,9	9,3
Felsőcomb	240	16	67,7	17,3	15,3
Alsócomb	220	15	72,5	19,3	8,7
Szárny	180	12	66,2	18,3	16,0
Nyak	79	5	60,0	14,1	26,2
Zúza	37	2,4	76,2	18,2	4,2
Szív	6	0,5	73,6	15,6	9,3
Máj	32	2,1	73,6	18,0	3,9

3.3 Élelmiszer-biztonsági minőség

Az élelmiszer-biztonsági minőség táplálkozás egészségügyi szempontból a legfontosabb. A fogyasztó joggal várja el, hogy a megvásárolt élelmiszer mindenféle szennyeződéstől mentes legyen, és mikrobiológiailag agálytalan legyen.

A szennyeződés, a forrását tekintve többféle lehet.

3.3.1 Fizikai

Fizikai szennyezőanyag kerülhet az élelmiszerbe a környezetből, például fém, fa, üveg, papír; a gépekből, például alkatrészek, korrodeálódott felületdarabok, műanyag ládák lepattant darabjai, illetve az emberből is, például haj, köröm, ékszer, gomb. Ezek előfordulásának lehetőségét minimálisra kell csökkenteni. Ezért tiltották be a baromfiiparban a fa használatát (vágódeszka), az üveg használatát (folyékony anyagokat csak műanyag edényben lehet bevinni), tilos az ékszerek viselése, kötelező a hajháló viselése, és a védőöltözetben nincs gomb, hanem műanyag zippzár vagy patent. Az író toll is speciális, egybeöntött műanyag. Az idegen anyagok kiszűrésére kötelezően használják a fémdetektort, ami észleli a vastartalmú, nem vastartalmú és nem mágnesezhető nemesacél szennyeződéseket. Az üzem területét csak olyan termék hagyhatja el, ami átmegy a fémdetektoron. A berendezés az alumínium csomagolóanyagba csomagolt (pl. készételek) termékben lévő szennyeződést is kimutatja (21. ábra).



21. ábra: Hústerméken lévő fém szennyeződés (bal oldali kép) és a fémdetektor által mutatott felvétel (jobb oldali kép)

3.3.2 Kémiai

Egy hús vagy húskészítmény kémiai szennyezése lehet környezeti, például az állatok takarmányában lévő mikotoxin, a vízből nehézfémek, a levegőből poliaromás szénhidrogének. Állatgyógyászati szennyeződés (pl. gyógyszermaradványok) is lehetséges, ha az állattartó nem tartotta be a gyógyszerkiürülésre vonatkozó türelmi időt. Hibás takarításnál maradhat tisztító-fertőtlenítőszer, ha a takarító személyzet a tisztítás, fertőtlenítés után tiszta vízzel nem mosta le a felületeket. Ezek azonban a szigorú előírások és rendszeres ellenőrzések mellett manapság nem fordul elő.

3.3.3 Mikrobiológiai

A mikrobiológiai szennyezőket megkülönböztetjük aszerint, hogy az az állatot betegíti meg, vagy már a terméket.

Nézzük először az **állatbetegségeket**.

Ezt okozhatják paraziták, gombák, baktériumok, vírusok vagy prionok.

A baromfi betegségek jelentős hányadának kórokozói baktériumok, ezeknek rendkívül sok fajtája ismeretes, itt csak a baromfiállomány jellegzetes kórokozóit ismertetjük (Jankóné, 2011).

Baktériumok által okozott megbetegedések

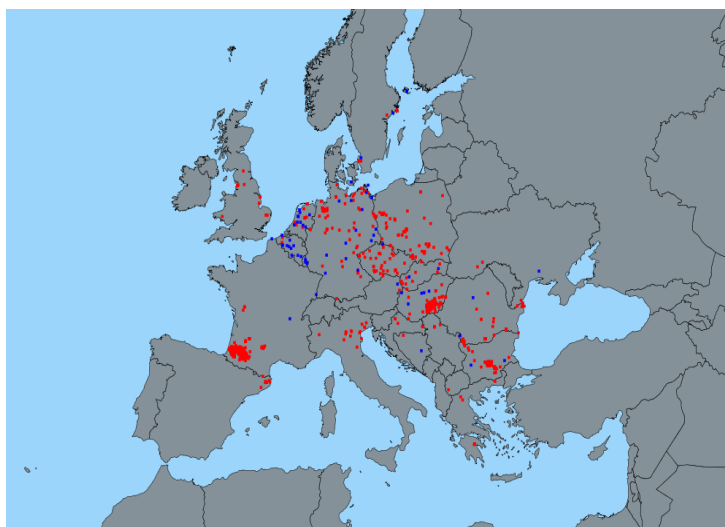
- baromfitífusz – a *Salmonella Gallinarum* vagy *Pullorum* okozza. A terjesztője fertőzött állat, trágya, eszköz. Tünete láz, bágyadság, étvágytalanság, fehér hasmenés.
- Paratífusz – minden más *Salmonella* okozta megbetegedés (2000 faj), de leggyakoribb *Salmonella Enteritidis* és *Typhimurium*.
- Kólibacillózis – *E. coli* okozza. Okozhat légzsák gyulladást, amikor filmszerű hártya alakul ki a légzsákon, vagy bélgyulladást, ami a beleken tapasztalható hurutos, gyulladós elváltozás. Tünetei bágyadság, hasmenés, a bélfalon pontszerű bevérzés.

- Mikoplazmózis – *Mycoplasma Gallisepticum* okozza. A légző-, emésztőszervek nyálkahártyáján, kötőhártyán fordul elő. Igen veszélyes, mert toxint termel. A légutakból kikerülő váladékkal szennyezett takarmány és ivóvíz terjeszti. A tünetei orrfolyás, tüsszögés, nehéz légzés.
- Mikoplazmózis – *Mycoplasma synoviae* okozza, ami a 4-16 hetes korú állatot betegíti meg. Megbetegedés esetén egyenetlen fejlődés alakul ki, az ízületi gyulladás miatt az állatok nehezen mozognak, az ízületi tokban váladék halmozódik fel, ami kézzel jól kitapintható.

Vírusok által okozott megbetegedések

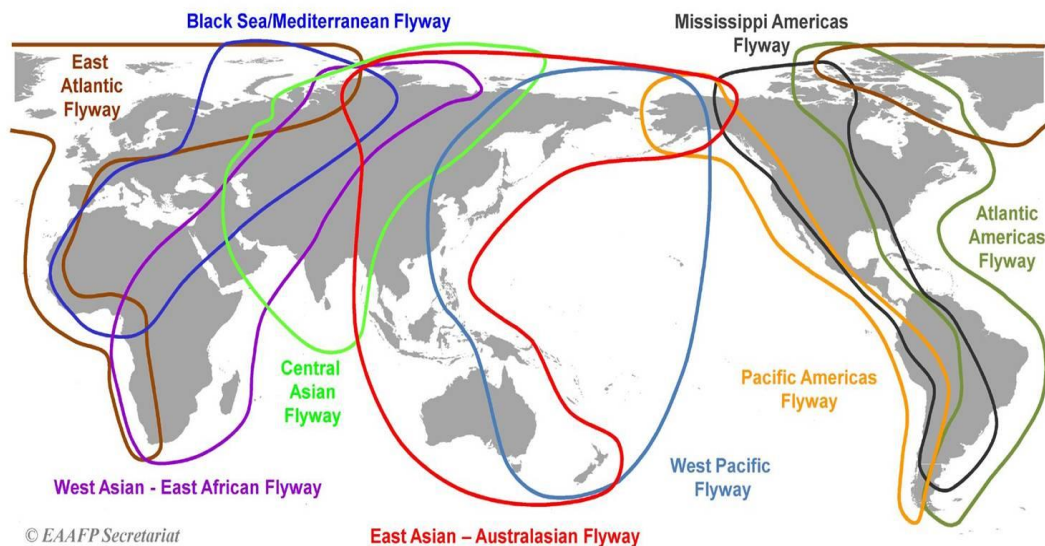
- Baromfipestis – paramyxovírus okozza, ami a légzőszervet és a központi idegrendszert támadja meg.
- Marek-féle betegség – herpesz vírus okozza, ami ideg, bőr, zsigeri daganatot idéz elő, gyógykezelése nincs, megelőző vakcinázás szükséges.
- Bronchitis – corona vírus okozta légcsőgyulladás.
- Madárinfluenza – A típusú influenza vírus

Ez a madarakhoz adaptálódott influenzavírus, mellyel szinte minden madárfaj fertőződhet, azok is, amelyek nem betegszenek meg, hosszabb-rövidebb ideig hordozhatják és üríthetik a vírust. A fertőzött állományokat le kell ölni. Ez potenciális zoonózis, fokozott elővigyázatosság szükséges. Sajnos az utóbbi években egyre gyakoribb az előfordulása és egyre nagyobb mértékű a megbetegedés. Magyarországon 2006. június-júliusban 29 járványkitörés volt, Bács-Kiskun megyében, 2007. januárban 2 járványkitörés Csongrád megyében, 2015. februárban 1 járványkitörés Békés megyében. A legnagyobb járványkitörés 2016. november 3-tól volt, és közel 6 hónapig tartott, 2017. április 21-ig. 240 járványkitörés volt 8 megyében baromfitelepeken, 5 járványkitörés egyéb fogságban tartott madarakban és 64 járványkitörés vadon élő madarakban.



22. ábra: 2016. évi madárinfluenza járvány (piros a baromfi, kék az egyéb fogságban tartott madár)

A madárinfluenza terjedése nagy távolságra a költöző madarak által történik. A madarak különböző útvonalakon repülnek. Ha egy állomány fertőzött, akkor az a másik útvonalon repülő madarakkal való találkozásakor átadhatja a vírust. A különböző madarak repülési útvonalát a 23. ábra mutatja (<http://archive.ramsar.org>).

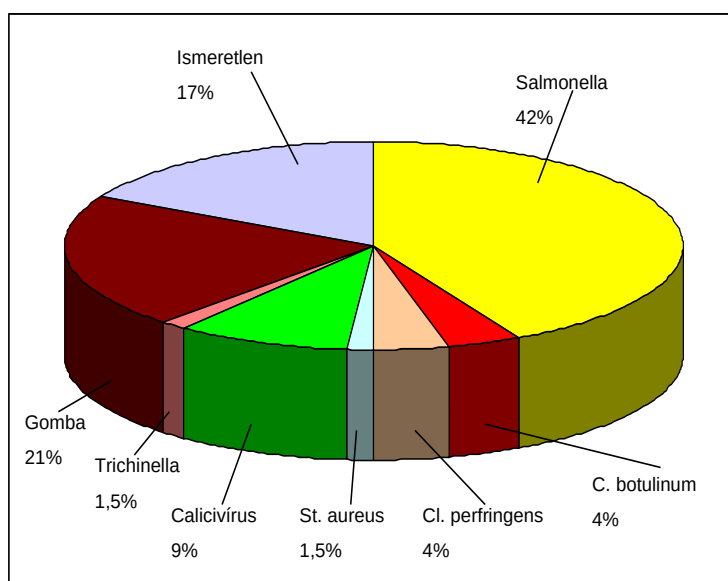


23. ábra: Költöző madarak repülési útvonala (<http://archive.ramsar.org>)

Közepes távolságra (települések között) a járművek (állatok be- és kiszállítása, hullaszállítás, takarmány), emberek (sofőrök, integrátorok, állatorvos, rakodó/tömő/tollszedő brigádok, barátok, ismerősök, rokonok) és a szél által történik a terjedés. Kis távolságra szintén a szél, illetve rágcslók közvetítik.

Ezeknek a betegségének a hiányát az állattartó telepen, az állatok begyűjtése előtt az állatorvos igazolja. Csak olyan állat kerülhet a baromfifeldolgozóba, amelyik állatorvosi igazolással rendelkezik.

Azonban a mikrobiológiai kockázat nem csak az állatot érinti, a feldolgozóüzemben is szennyeződhet a nyers hús vagy a húskészítmény mikrobákkal. Ezért kiemelten fontos az üzemi megfelelő higiéniai állapota és a személyi higiénia. A termékek szennyeződhetnek patogén mikrobákkal (pl. Salmonella) vagy romlás okozó mikrobákkal (pl. tejsavbaktériumok, penészek). Az előbbieket a fogyasztó nem észleli, míg az utóbbi szemmel látható, és szag-, ízváltozást okoz a termékben, így ezt a fogyasztó nem fogja elfogyasztani, megbetegedést nem fog okozni. Sajnos még manapság is sok, élelmiszer okozta megbetegedés fordul elő, ami 2016-ban 49 esetből 2684 beteget eredményezett. A 24. ábrán látható, hogy a legtöbb megbetegedést a Salmonella okozza, ezt követi a Calici vírus (Zoltai, 2017).



24. ábra: Élelmiszer eredetű megbetegedések okai (Zoltai, 2017)

A különböző kórokozók előfordulása az időben változott. Vannak az úgy nevezett „hagyományos” kórokozók, *Salmonella* spp., *Staphylococcus aureus*, *Clostridium botulinum*, *Clostridium perfringens*, *Shigella* fajok és az *Escherichia coli*. Megjelentek azonban az úgy nevezett „új” kórokozók, *Campylobacter jejuni*, *Listeria monocytogenes*, *Yersinia enterocolitica*, *Aeromonas hydrophila*, *Campylobacter* fajok és az *Escherichia coli* O157:H7.

3.4 Érzékszervi minőség

A fogyasztó számára a termék érzékszervi tulajdonságai a legfontosabbak, hiszen feltételezi, hogy a termék kémiai összetétele megfelel a Magyar Élelmiszerkönyv előírásainak, és mikrobiológiai állapota a vonatkozó rendeleteknek (4/1998 (XI. 11.) EüM rendelet). A vásárló az érzékszerveivel vásárol, amit a szemével kedvezőnek ítél, azt fogja megvásárolni. A döntő azonban az íze a terméknek. A termék érzékszervi jellemzői: szín, szag, íz, állomány. A nyers hús színe, szaga, íze a takarmányozással befolyásolható. Ha a takarmányba pl. lenmagot keverünk, a hús halvány színű lesz, szaga és íze lenolajra emlékeztető. A tartásmóddal a hús állományát tudjuk befolyásolni. A szabadon tartott állatok húsa, rostosabb, tömöttebb szerkezetű, ami a sok mozgásnak köszönhető. A nyers húsokból készült készítmények érzékszervi tulajdonságait már adalékanyagokkal is befolyásolhatjuk, a színét színezékekkel, a szagát és ízét aromákkal és ízfokozókkal, az állományát állományjavítókkal.

3.4.1 A hőkezelés hatása

A hús a hőkezelés révén válik fogyasztható, élvezhető élelmiszerré. A hőkezelés alatt alakulnak ki azok az érzékszervi tulajdonságok (porhanyósság, lédúság, illat, íz, szín), amelyek a húsételek értékét

meghatározzák. Ezt számos tényező befolyásolja: a faj és a fajta, az állat neme és kora, a tartási körülmények, a takarmányozás, a vágás előtti bánásmód, a vágóhídi feldolgozás, a hűtés körülményei, az érlelés, az izom fajtája, a konyatechnológiai előkészítés és végül a hőkezelés, illetve az is, hogy elkészítés után frissen fogyasztjuk vagy felmelegítve, ami a porhanyósságot és ízt egyaránt hátrányosan befolyásolja.

A hőokozta változásokat – aszerint, hogy az élelmiszerekben milyen mértékben kívánatosak – a következőképpen osztályozhatjuk:

- A változás folyjon le minél teljesebben: a mikroorganizmusok hőpusztulása és az enzimek inaktiválása esetén.
- A változás bizonyos mérvéig kívánatos, de nagyobb mértékű változás már nem. Így a változás mértékét két határ, a megkívánt és a megengedett között kell tartani: az állomány, az íz, zamat és a szín esetén.
- A változás minél kisebb mértékben kívánatos. Általában egy elfogadott nagyságú lehet, és nem lehet nagyobb egy megtűrt mérvű változásnál: az élettani fontosságú anyagok (vitaminok, esszenciális aminosavak) bomlása, kellemetlen érzékszervi tulajdonságok kialakulása esetén.

A húsok kémiai összetételét és fehérje összetételét a 11. táblázatban mutatjuk be (Lőrincz és Lencsepeti, 1973).

11. táblázat: Húsok kémiai és fehérje összetétele, g/100g (Lőrincz és Lencsepeti, 1973)

Víz	75,5		
Fehérje	18		
- miofibrilláris		10	
miozin			5,5
aktin			2,0
egyéb			2,5
- szarkoplazma		6,0	
enzimek			5,6
mioglobin			0,4
- kötőszövet		2,0	
kollagén			1,5
elasztin			0,5
Zsír	3,0		
- neutrális		2,0	
- lipoprotein		0,9	
- koleszterin		0,1	

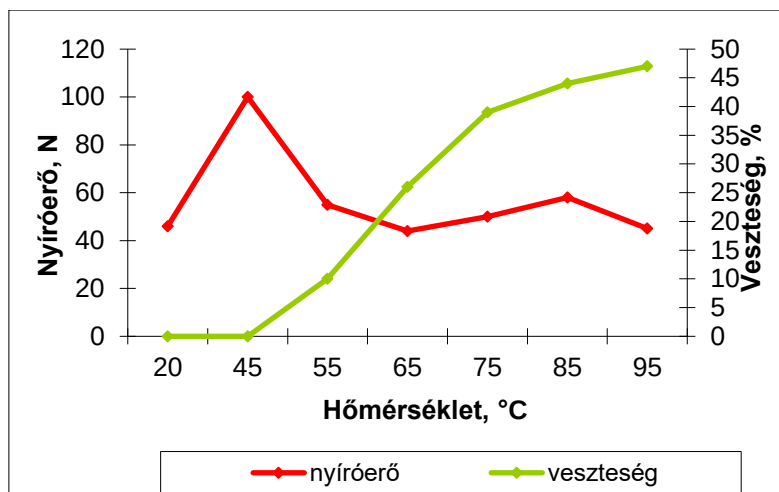
Hőkezeléskor a húsban végbemenő legfontosabb változás a **fehérjék denaturálódása**, azaz a makromolekula fizikai vagy intramolekuláris átrendeződése, a fajlagos térbeli szerkezet megváltozása, a kovalens kötések bomlása nélkül. Tehát a fehérje negyedleges és harmadlagos szerkezete bomlik fel. Az egyes fehérjefajtákra jellemző a denaturációs hőmérséklet, az a pont ahol, a denaturáció mértéke 0,5, azaz

a natív és a denaturált fehérje mennyisége egyenlő. A kis globuláris fehérjék esetén (pl. ribonukleáz A, metmioglobin, citokróom c, lizozim) a denaturáció két állapot közti átalakulás, amelyben nincsenek átmeneti állapotok. A fibrilláris fehérjék (kollagén, miozin, tropomiozin, troponin-C, aktin) esetén a kitekeredés több ponton is bekövetkezhet, így többféle denaturációs állapot is létrejöhet. A pH és ionerősség függvénye, hogy melyik denaturációs út valósul meg, és milyen hőmérsékleten. Mindegyik állapot különféle állományi hatásokat hozhat létre.

Az állomány függ attól, hogy a denaturáció idején milyen kontrakciós állapotban van az izom. Erős izomkontrakció, pl. a túl gyors hűtés következtében kialakuló hidegrövidülés vagy a túl lassú hűtés miatti rigorkontrakció esetén rágós lesz a hús.

A hús **porhanyóssága** javítható az érleléssel. A mikrobiológiai romlás veszélye miatt az érlelés hőmérsékletét 3–5 °C-on kell tartani, ekkor viszont a megfelelő állomány eléréséhez szükséges idő hosszabb.

Az oldható fehérjék és a miozin 45–50 °C-on denaturálódik, ami az állomány keményedéséhez és a nyíróerőgörbén maximumhoz vezet (25. ábra). Ez hosszirányú zsugorodással jár, ami nem jelent feltétlenül vízvesztést, mert a víz a rostok közötti térben marad. A kollagén azonban, amely beszövi mind az izomrostokat, mind az izomkötegeket és az izmokat, 25%-kal duzzad ebben a hőmérséklet-tartományban. Az ellentétes irányú erők a szarkomer elszakadásához vezetnek, a nyíróerő csökken. 55 °C felett a kollagén is zsugorodik, a miofibrillummal párhuzamosan, és keresztirányú zsugorodás is fellép. A víz kilép a rostok közül, nő a főzési veszteség. Az endomizium kollagénje 50 °C-on, a perimiziumé 60–70 °C-on denaturálódik. A nyíróerő görbéjén a második, kisebbik maximum 70–80 °C körül következik be, ekkor denaturálódnak az egyéb miofibrilláris fehérjék (aktin, troponin, tropomiozin). A zsugorodás 85 °C-ig tart. A nyíróerőgörbe pontos lefutása függ az állat életkorától. Fiatal állat esetén a nyíróerőértékek kisebbek, valamint a maximumok alacsonyabb hőmérsékleten következnek be. Ennek oka, hogy fiatal állatokban a kollagénrostok között még kevés keresztkötés van, ezek is hőoldhatóak. Idősebb állatokban viszont számos keresztkötés alakul ki a kollagénrostok között, amelyek hőállóak, így a hús csak 80 °C felett kezd puhulni, amikor a kollagén szerkezete a hő hatására felbomlik.



25. ábra: A nyíróerő és a hőkezelési veszteség hőmérséklet-függése

A porhanyósság szempontjából tehát két optimális tartomány van: 55–60 °C és 80 °C felett. Az alacsonyabb hőfoktartományban azonban a kisebb lékiválás miatt **lédúsabb** a hús, ezért itt kapjuk a legjobb állományt. Ezzel szemben az általánosan ajánlott 70–75 °C maghőmérséklet – bár mikrobiológiai szempontból biztonságosabb –, a második maximumhoz vezet, ahol kevésbé porhanyós a hús. Ha sok kötőszövetet tartalmaz az izom, 80 °C feletti hőkezelést célszerű választani, pl. a comb esetén.

Az iparilag elősütött húsok porhanyósságát foszfát hozzáadásával fokozzák, a pácolt húsokhoz hasonlóan. A foszfátos sólé eloszlását befecskendezés után tumblerezéssel gyorsítják. A foszfátos hús porhanyósabb, lédúsabb a foszfát nélkülinél, hőkezelési vesztesége pedig kisebb (Boles és Parrish, 1990).

A zsiradékban sült húsoknál a felületen kialakuló kéreg is hozzájárul az állományhoz. Amikor a hús felülete eléri a 100 °C-ot, az evaporációs (párolgási) zóna a középpont felé tolódik. A felület vizet veszít, a hőmérséklet nő, strukturális és kémiai változások mennek végbe. A kéreg keménysége az első három percig nő, utána csökken (Ateba és Mittal, 1994).

A hőkezelt hús **ízét** főleg nemilló vegyületek – szabad aminosavak, peptidek, aminok, fehérjék, cukrok, szerves savak, nukleotidok – alkotják, de minden olyan anyag, amelynek az érzékelési küszöbe kisebb, mint a jelenlevő mennyisége, hozzájárul az ízhatáshoz. A szabad nukleotidok, nukleozidok és purinbázisok melegítésekor a fő változások már az első 30 percben lezajlanak. 30 °C-on már megkezdődik a fehérje degradációja, amikor is kis fragmentumok szakadnak le a fehérjeláncról. 35–50 °C között az aktomiozinrostok kitekeredésével nő a hozzáférhető imidazol csoportok száma. A frishúsízben a fő változások hőmérséklete 68 °C. 80 °C felett az –SH csoportok diszulfid kötésekkel oxidálódnak, 90 °C felett pedig a kénhidrogén felszabadul a miofibrillaris fehérjék –SH csoportjaiból.

A hőmérséklet növekedésével fokozódik a húszíz, és csökken a fém és idegen íz (pl. vérszérum vagy savanykás íz). Ez elsősorban a Maillard-reakciótermékek intenzív ízének tudható be. A legerősebb húszíz 85 °C hőmérsékleten tapasztalható.

Az íz kapcsán szólnunk kell egy olyan jelenségről, amely elsősorban az előhőkezelt húsokat gyártó cégeket érinti kedvezőtlenül. Ez az úgynevezett „felmelegített” íz (WOF), amely az avas ízre emlékeztet, de nem több hónapos tárolás alatt alakul ki, hanem már pár napos hűtőtárolás után jelentkezik. A nitrit gátolja a „felmelegített” íz kialakulását, ezért pácolt termékeknel nem jelet problémát. A „felmelegített” íz legvalószínűbb oka a többszörösen telítetlen zsírsavak oxidációja a poláris lipidekben (főleg foszfolipidekben), aminek hatására illó vegyületek, pl. karbonilok, alkoholok és furánok keletkeznek (Larson et al., 1992). Hő hatására a lipidfrakció szabaddá válik, megolvad, és szétterjed a szövetekben. Könnyen hozzáférhetővé válik a folyamatot katalizáló vas számára. A húsból levő vas minden formája elősegíti a lipidoxidációt, leghatásosabban a vízoldható vas (Han et al., 1995). A hemoglobin és a mioglobin katalizáló hatása közel azonos, közepes mértékű. A hőkezelés intenzitásával nő a lipidoxidáció mértéke, ami a TBA-szám (tiobarbitursav) növekedésével is nyomonkövethető.

A „felmelegített” íz (WOF) kialakulását aszkorbinsav vagy Na-aszkorbát gátolja, de jó eredményt ad az élő állatok táplálékával bevitt E-vitamin is. Az aszkorbátot a húsból befecskendezéssel viszik be, ilyenkor a só adalékanyagot is tartalmaz. Az elősütött, vákuumsomagolt húsok érzékszervi szempontból megfelelő minőségűek. Előnyük, hogy készítésük sokkal kevesebb időt igényel, mint a nyers szeleteké. Ám a nitrit hiánya és az alacsony elősütési hőmérséklet (63–65 °C) kérdésessé teszi a *Clostridium botulinum* gátlását és ezzel együtt a termék egészségügyi biztonságát, hacsak nem alkalmaznak alacsony hőmérsékletű (3 °C alatti) tárolást.

A hőkezelt hús **színét** a mioglobin–metmioglobin–metmiokromogén átalakulás határozza meg. A hőmérséklet növelésével fokozódik a barna, és csökken a rózsaszín szín. Magasabb hőmérsékleten a kéreg kialakulása, a barnulási reakciók és pörkanyagok is hozzájárulnak a színhez.

Speciális problémát jelentenek a hőkezelt hús metszéspontján látható pontbevérzések, amelyek különösen baromfihús esetén gyakoriak. A csirkemell és a csirkecomb denaturálódása több fázisban zajlik le, de 80 °C alatt befejeződik. A csirkebőr egy nagy csúcsot mutat 66,3 °C-nál. A vér denaturációja 62 °C körül elkezdődik, de csak 83 °C felett válik teljessé. Ezért a pontbevérzésre hajlamos húsokat legalább 83 °C maghőmérsékletig kell hőkezelti, hogy a vér is biztosan denaturálódjék.

A maghőmérsékleten kívül azonban a külső hőmérséklet és a melegítés menete is befolyásolja a hőkezelt hús minőségét. Ismeretes, hogy a sütetést forró zsiradékban kell elkezdni, sőt, párolás előtt is kevés forró zsiradékban kell átfogatni a húst, hogy a felületi fehérjék gyors denaturálásával elzárjuk a pórusokat, így

minél kevesebb folyadék és oldható fehérje távozhasson el. Ezáltal ízletesebb és lédúsabb húst kapunk. Ezzel szemben húsleves főzésekor a húst hideg vízben kell feltenni, hogy az ízanyagok minél jobban kioldódhassanak, mielőtt a felületi fehérjék denaturálódnak.

Ha nagyobb darab húst hőkezelnénk, az egyes rétegek különböző hőmérsékletet érnek el, ezáltal változhatnak az érzékszervi tulajdonságok.

3.5 Fizikai minőség

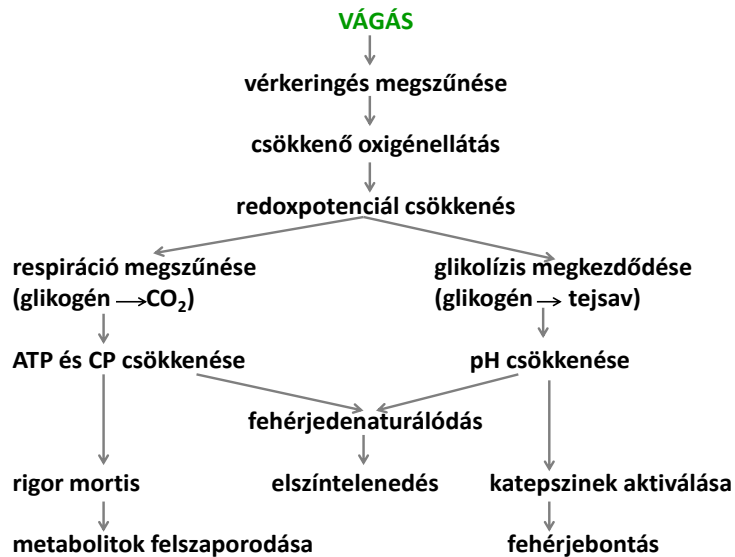
Szoros értelemben vett húsminőség a vágás utáni biokémiai változások következtében kialakuló fizikai tulajdonságok összessége, melyek meghatározzák: az élvezeti értéket, a hűlési-tárolási tulajdonságokat (veszteség, léeresztés), a mikrobiológiai stabilitást, a színt és az állományt (porhanyósság).

Az **élő állatban** az izomszövet fő funkciója a mechanikai munkavégzés biztosítása. Ehhez energiára van szükség, melynek közvetlen forrása az ATP (adenozin-trifoszfát). Ez az adenozin-trifoszfátáz enzim segítségével ADP-re (adenozin-difoszfát) és foszforsavvá alakul. Az ADP CP-vel (kreatin-foszfát) és a májában és a vérben lévő szénhidráttal a transzfoszforiláz enzim segítségével visszaalakul ATP-re.

A **vágás után** megszűnik az izomszövet kapcsolata a májjal és a vérrel, oxigénmentes (anaerob) állapot alakul ki. Élő állapotban az izomban lévő glikogén (glükóz poliszacharidja) a Szent-györgyi-Krebs cikluson keresztül szén-dioxiddá és vízzé oxidálódik. Három szakaszt különböztetünk meg:

- Pre rigor (hullamerevség (rigor) előtti): itt a hús puha, csökken az ATP- és CP-szint
- Rigor mortis: itt következik be a pH-változás, az izomrostok megmerevednek (aktin és miozin összekapcsolódik aktomiozinná) és bekövetkezik a fehérjedenaturáció
- Post rigor (hullamerevség utáni): itt fokozatosan visszapuhul a hús, beindul a proteolízis, másodlagos folyamatok (érési) lejátszódása történik.

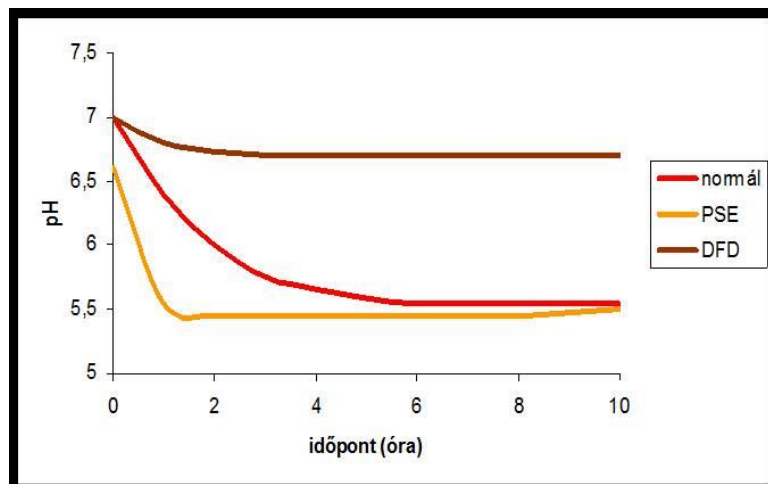
Ezt szemlélteti a 26. ábra (Lőrincz és Lencsepeti, 1973).



26. ábra: Vágás után bekövetkező változások (Lőrincz és Lencsepeti, 1973)

A húspanban lévő glikogénből tejsav keletkezik, ami pH-csökkenést eredményez. Húsminőségi szempontból 3 csoportot különböztetünk meg:

- DFD húst, ami sötét, kemény és száraz, a vágás után a kezdeti 7-es pH mindössze 6,8 körülre csökken
- normál húst, aminek a pH-ja a vágás utáni 1. órára 6,5 értékre csökken, majd a vágás utáni 24. órára 5,3 értékre
- PSE húst, ami halvány, puha, vizenyős, a pH-ja a vágás utáni 1. órára már eléri az 5,3 pH-értéket. Ezt mutatja a 27. ábra (Lőrincz és Lencsepeti, 1973).



27. ábra: A vágás utáni pH-érték a húsminőségi csoportoknál (Lőrincz és Lencsepeti, 1973)

A PSE hús előfordulási gyakorisága:

- sertésnél 23%

- csirkénél 6%
- marhánál <1%

A baromfiipar célja a normál húsminőségű hús előállítása, hiszen nyers húsként és húskészítménygyártáshoz is ez felel meg a legjobban. Ezt a következőkkel érhetjük el:

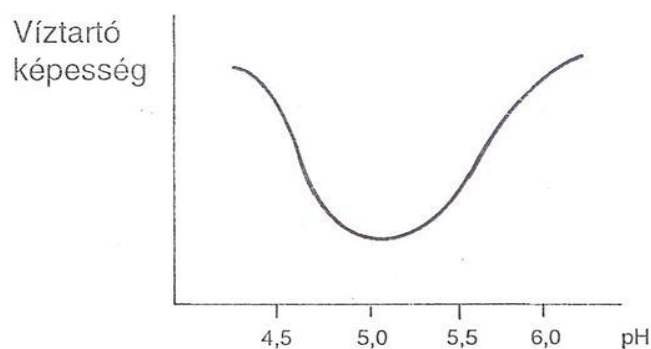
- nem stresszérzékeny állattartással,
- stresszmentes szállítással,
- stresszmentes vágással.

3.5.1 Technofunkcionális tulajdonságok

Mindezek a húsok technofunkcionális tulajdonságait befolyásolják, ami a nyers hús azon tulajdonságainak az összessége, amelyek befolyásolják a húskészítménygyártás során bekövetkező változásokat, így hatással vannak a késztermék minőségére. Ezek elsősorban a víz és a zsír állapotváltozásaival kapcsolatosak.

Víztartó képesség

A hús átlagos víztartalma 75%, ennek 3-5%-a a fehérjék felületén szorosan kötött, 95%-a pedig erősen vagy gyengén kötött a fehérjékhez. A pH befolyásolja a hús víztartó képességét, a legrosszabb, ahol a hús a legtöbb vizet engedi el, az 5 körüli pH (28. ábra) (Lőrincz és Lencsepeti, 1973).



28. ábra: A nyers hús víztartó képessége a pH függvényében (Lőrincz és Lencsepeti, 1973)

A víztartó képességet (WHC = Water-Holding Capacity) úgy definiálják, mint a húsnak azt a képességét, hogy a saját vizet külső hatás ellenében megtartja. Ez a külső hatás lehet gravitáció (ekkor csepegési veszteségről beszélünk), nyomás (ekkor préselési veszteségről beszélünk vagy centrifugális erő).

Vízköötő képesség

A vízköötő képesség (WBC = Water-Binding Capacity) meghatározása a főzési próbával történik. Ez megfelel a főzési veszteségnek. A mérés célja, hogy a készítménygyártás (hőkezelés) során nem válik-e ki víz. Ha a hőkezelés 100 °C feletti, akkor sütési veszteségnek nevezzük.

Emulgeáló képesség

Az emulzió fogalma egy rendszert jelent, amely két vagy több folyékony anyagból áll. Ezek szokványos körülmények között egymással nem keverednek. Alapvető példa erre a zsír és a víz emulziója. Amennyiben az anyagokat intenzíven keverjük, a két anyag egymással emulziót képez, azonban a mechanikai hatás megszűntével rövid időn belül ismét fázisaira esik szét. A zsír vagy olaj kisebb sűrűsége miatt a felső fázisban, míg a víz az alsó fázisban foglal helyet.

A hús zsír a vízben emulzió. Az emulziókapacitás megmutatja, hogy egy rendszerben a húsfehérje mennyi zsiradékot képes felvenni. Az emulzióstabilitás pedig, hogy a rendszer a felvett zsiradékot a hőkezelés során meg tudja-e tartani, azaz nem lép fel zsír- és vízkiválás.

3.6 Ellenőrző kérdések

- 1) Mit jelent a vágási minőség?
- 2) Hogyan befolyásolja a tartási mód a hús állományát?
- 3) Milyen pH-értéken a legrosszabb a víztartó képesség?
- 4) Mit jelent a vízköötő képesség?
- 5) Mit jelent az emulziókapacitás?

Felhasznált irodalom

- Ateba, P., Mittal, G. S. (1994): Dynamics of crust formation and kinetics of quality changes during frying of meatballs. *J. Food Science* 59, (6) 1275-1281.
- Biró Gy. (2000): A hús jelentősége az ember táplálkozásában, a múlt tényei, a jelenlegi ajánlások és perspektívák. *A Hús* 10, (1) 10-12.
- Boles, J. A., Parrish, F. C. (1990): Sensory and chemical characteristics of precooked microwave-reheatable pork roasts. *J. Food Science* 55, (3) 618-623.
- Csapó I. (1999): Koleszterin I. *A Hús* 9, (1) 32-38.
- Csapó I. (2004): Zsírsavak az állati szövetekben. *A Hús* 14, (4) 231-239.
- Doscherholmen, A., McMahon, J., Ripley, D. (1978): Vitamin B12 assimilation from chicken meat. *AM. J. Clin. Nutr.* 31, 825-830.
- Dublecz K. (2017): Baromfitápok fehérjetartalmának csökkentési lehetőségei. 18. Nemzetközi Takarmányozási Szimpózium, Kaposvár, 2017. szeptember 1.
- Gaál Ö. (2000): Vitaminok és ásványi anyagok a húsokban és ezek élettani jelentősége. *A Hús* 10, (1) 37-40.
- Han, D., McMillin, K. W., Godber, J. S., Bidner, T. D., Younathan, M. T., HART, L. T. (1995): Lipid stability of beef model systems with heating and iron fractions. *J. Food Science* 60, (3) 599-604.
- Horn P. (2000): Állattenyésztés 2. Baromfi, haszongalamb. Mezőgazda Kiadó, Budapest
- Horváth E. (2000): Húsok és húskészítmények mikroelem-összetétele. *A Hús* 10, (1) 41-46.
- http://archive.amsar.org/pdf/cop11/Pre%20COP11%20Asia%20Reg%20mtg%20PDFs/Presentations/06-%20EAAF%20Partnership_Aram%20Lee_Korea.pdf
- <http://forum.index.hu/Article/showArticle?go=121598522&t=9192852>
- <http://www.poultry-tech.com/>
- <http://www.sampo.hu/baromfifeldolgozo-gepek>
- <https://agrarium7.hu/cikkek/440-valsagba-kerulhet-az-europai-tojasipar>
- <https://www.biokontroll.hu/tyuktartas-oekologiai-gazdasagban/>
- https://www.tankonyvtar.hu/hu/tartalom/tamop425/2011_0001_521_Allattenyesztes_2/ch08.html
- Jankóné Forgács J. (2011): Baromfitechnológia. SzTE MK jegyzet, Szeged
- Jankóné Forgács J. (2011): Baromfitechnológia. SzTE MK jegyzet, Szeged
- Konarzewski, M. (2002): Az ember húsevő vagy vegetáriánus? *A Hús* 12, (2) 75-79.
- Larson, E. M., Holm, E. T., Marchello, M. J., SlangeR, W. D. (1992): Physical and sensory characteristics of fresh pork leg roasts cooked at low temperatures. *J. Food Science* 52, (6) 1300-1312.
- Lőrincz F., Lencsepeti J. (1973): Húsiipari Kézikönyv. Mezőgazdasági Kiadó, Budapest.

- Nilzén, V., Babol, P. C., Lundeheim, N., Enfalt, A. C., Lundström, K. (2001): Free range rearing of pigs with access to pasture grazing - effect on fatty acid composition and lipid oxidation products. *Meat Science* 58, (3) 267-272.
- Rodler I. (2005): Új tápanyagtáblázat. Medicina Könyvkiadó, Budapest
- Sibley, C. G., Ahlquist, J. E. (1987): DNA hybridization evidence of hominoid phylogeny: results from expanded data set. *J. Mol. Evol.* 26, 99-121.
- Souci, S. W., Fachmann, W., Kraut, H. (1994): Food composition and nutrition tables. Medipharm Scientific Publishers, Stuttgart.
- Stevens, C. E., Hume, I. D. (1995): Comparative Physiology of the Vertebrate Digestive system. Cambridge Univ. Press, Cambridge.
- STORK prospektus
- Tikász I., Bárány L., Szűcs I., Balogh V. (2008): Szabadtartásos baromfitermékek fogyasztói értékítélete. *Élelmiszer Táplálkozás és Marketing V*, (2-3) 81-86.
- Zoltai A. (2017): Élelmiszerbiztonsági aktualitások. Vendéglátás Akadémia, 2017. május 11., Budapest
- Zsarnóczy Gabriella, Nagy Sándorné, Kovács Ágnes, Takács Péter, Zelenák Levente: (1998): Globinfehérje húspari alkalmazhatóságának vizsgálata. *A HÚS*, 8 (3), 148-153.
- Zsarnóczy Gabriella, Zelenák Levente: (2003): Hús- és baromfiipari alapanyagok zsír- és koleszterintartalmának vizsgálata. *A HÚS*, 13 (1), 23-27.



HÚSIPARI TECHNOLÓGIÁK

című tananyag

III/I. BEVEZETÉS, VÁGÁSTECHNOLÓGIA

1. SERTÉS ÉS SZARVASMARHA VÁGÁS

1.1 A húsfeldolgozás története és jelentősége

A húsfeldolgozás története az ősidőig nyúlik vissza. Eleink kezdetben vadásztak, halásztak, gyűjtögettek. A húsfeldolgozás kezdetben az elejtett zsákmány zsigerelését, nyúzását és feldarabolását jelentette, mely jellemzően a férfiak feladata volt. A tűz használata után nagy változások történtek a táplálkozásban, illetve az alapanyagok feldolgozásában, hiszen hamar rájöttek, hogy a tűzön elkészített hús nem csak ízletesebb, de sokkal könnyebben emészthető is, mint a nyersen elfogyasztott. A hús frissen történő elfogyasztása mellett, az emberiség fejlődésével egyre inkább előtérbe került a hús tartósítására való törekvés. Nagyon korán rájöttek, hogy a hús víztartalmának csökkentésével – levegőn szárítással, sózással -, vagy éppen füstöléssel szűkösebb időkben is biztosítani tudják az élelmet. A tartósítás mellett fontos lépés volt a „húsipar” fejlődésében az állattenyésztés kialakulása, hiszen jóval több hús állt rendelkezésre. A nagy hagyományokkal rendelkező magyar húsfogyasztás és húsfeldolgozás is elsősorban őseink pásztorkodó, vadászó nomád életmódjára vezethető vissza.

A civilizációk fejlődésével az egyes szakmák differenciálódtak, így külön csoportok foglalkoztak az állatok szakszerű leölésével, valamint feldolgozásával. Európa többi részéhez hasonlóan, a települések kialakulása után az azonos mesterségeket űzők érdekközösségekbe tömörültek, így alakult ki a húsmíveség, melynek művelőit böllérnek nevezték, ők folytatták a mészáros mesterséget. A húsfeldolgozással a böllérek mellett más szakemberek is foglalkoztak, például a sódarosok (sonkakészítők), a füstölők, a hurkakészítők és a pecsenyesütők, őket nevezték összefoglaló néven hetellérnek vagy hentesnek. Sokáig ennek a szakmának nem volt akkora megbecsülése, mint a mészárosoknak. Ezt jól mutatja, hogy a mészáros mesterek már a XIII. század végén céhekbe tömörültek, míg a hentesek csak 1825-ben kapták meg a céhalapítás jogát. Egy idő után azonban a céhek a fejlődés útjában álltak, így az 1872-es ipartörvény megszüntette a céheket. Ennek következtében, a budai és a pesti mészáros céhek egyesülésével megalakult a Budapesti Mészáros Ipartestület 1886-ban. A hatóságok közbenjárására, valamint a hentes és mészáros szakmák összemosásának köszönhetően 1938-ban a hentesek és mészárosok ipartestülete egyesült. A II. világháború után a mesterségek neve megváltozott, gyűjtő nével húsfeldolgozónak nevezték a szakembereket, majd 1950 után húsipari szakmunkásnak. A szocializmus időszakában a magyar húsipart a nagy állami húskombinátok uralták, feldolgozva a termelő szövetkezetekben és a kisparasztnak által háztájiban nevelt sertést, marhát és baromfit. 1990 után a privatizációs hullám jelentősen

megváltoztatta a piacot, a korábbi nagy kombinátokból magán cégek lettek, illetve a versenypiac megjelenése miatt kisebb vállalkozások is alakultak a húsiparban. Napjainkban a magyar húsipart a hagyományok tisztelete mellett a folyamatos innováció jellemzi, hiszen a fogyasztói igények jelentősen megváltoztak, valamint a külföldi piacok igényeinek is eleget kell tenni.

1.2 A hús jelentősége a táplálkozásban

A hús kétség kívül értékes táplálékunk, mely ősidők óta része az étrendnek. Táplálkozás-élettani szempontból nagyon fontos, hiszen kiváló zsír-, fehérje-, ásványi- és vitaminforrás. Összetevői nélkülözhetetlenek a szervezet működéséhez. Alkotó elemei közül legnagyobb szerepük a fehérjének van, hiszen megfelelő mennyiségű és minőségű fehérje bevitel nélkül az emberi szervezet nem képes jól működni, gyakran leromlik az általános állapot, így az immunrendszer sem képes kielégítően működni.

„Fehérhúsnak” nevezzük a csirke, pulyka és halhúst, „vöröshúsnak” pedig a marha-, sertés- és juhhúst. A vöröshúsok emészthetősége rosszabb, mint a fehérhúsoké, ám hőkezeléssel az emészthetőség jelentősen javítható.

Az emberi szervezet a fehérjéket építőköveire, aminosavakra bontja, majd ebből építi fel saját fehérjéit. Az aminosavak egy részét a szervezet elő tudja állítani, ám néhány aminosavat csak kis mértékben vagy egyáltalán nem képes szintetizálni. Ezeket nevezzük esszenciális aminosavaknak. Jelenlegi tudásunk szerint egy felnőtt ember szervezetének szüksége van fenilalanin, izoleucin, leucin, lizin, metionin, treonin, triptofán és valin bevitelére külső forrásból. A húsok, a halak, a tojás és tejtermékek tartalmazzák ezeket az esszenciális aminosavakat, ami a legfontosabb, hogy megfelelő arányban. Egy felnőtt embernek már napi 50g hús elfogyasztása kielégíti a fehérje-szükségletének 20%-át, és a teljes esszenciális aminosav szükségletének egészét.

A hús nem csak kiváló fehérjeforrás, hanem remek zsírforrás is. A sejtek felépítéséhez, a hormonok szintéziséhez elengedhetetlen a zsír. Az esszenciális aminosavakhoz hasonlóan léteznek olyan zsírsavak is, melyeket nem képes a szervezet előállítani, így kénytelen azt külső forrásból biztosítani. A zsíroknak és a zsíroldékony anyagoknak köszönhetjük a húsok ízét, aromáját, valamint laktató hatását. Emellett a hús fontos forrása a vitaminoknak, kiváltképp a zsírban oldódó vitaminoknak (D,E,K,A), valamint a B-vitamincsoport tagjainak, melyek fontos szerepet játszanak az idegrendszer és az immunrendszer működésében.

A húsok kiváló ásványianyag források, foszfátok, kálium, nátrium, magnézium, kalcium, cink, mangán, vas és még számos mikro- és nyomelem megtalálható bennük. Ezek az anyagok nélkülözhetetlenek az enzimek szintéziséhez és működéséhez.

A kedvező összetétel mellett nem elhanyagolható a húsok gasztronómiai értéke. Minden nép rendelkezik jellegzetes húskételekkel, melyek segítenek fenntartani a hagyományokat napjaink rohanó világában. Időről időre napvilágot látnak olyan hírek és álhírek, melyek egyes húsféleségek, vagy úgy általában a hús fogyasztását egészségtelennek és kerülendőnek tartják, ám megfelelően összeállított, vegyes étrenddel hozzá járulhatunk egészségünk megőrzéséhez, melynek fontos része a hús, ám legalább ennyire fontos a megfelelő rost bevitel, a gabonafélék, zöldségek és gyümölcsök fogyasztása.

1.3 A húsiparban jelentősebb állatfajok és fajták

1.3.1 Sertés fajták csoportosítása

A sertés fajtákat sokféle képpen csoportosíthatjuk. zsírosodás szempontjából megkülönböztetünk korán zsírosodó fajtákat, ilyen a mangalica, és későn zsírosodókat, ilyen a magyar nagyfehér hússertés. Fejlődési típus szerint is csoportosíthatjuk a sertéseket. A lassan fejlődő, korán érő (korán zsírosodó) fajták közé azok sorolhatók, melyeknek kicsi a hústermelési intenzitása és kapacitása, valamint kifejezetten korán zsírosodnak. Ebbe a csoportba tartozik hazánk büszkesége, a mangalica sertés.

A gyorsan fejlődő, későn érő típusba azok a fajták tartoznak, melyek hosszú ideig megtartják nagy hústermelési intenzitásukat. Ebbe a típusba sorolhatóak a hústermelés szempontjából jelentős fajták, mint a magyar nagyfehér hússertés, a lapály sertések, a duroc, a hampshire és a pietrain.

A gyors fejlődésű, korán érő típusba azok a sertések tartoznak, melyek fiatal korban intenzív súlygyarapodásra képesek, a kifejlett testformájukat gyorsan elérik, ezután erősen hajlamosak a zsírosodásra. Ebbe a csoportba tartozik a középnagy fehér hússertés a berkshire sertés.

A lassú fejlődésű, későn érő fajtákra az jellemző, hogy a hústermelés intenzitása alacsony, ám hústermelő képességüket sokáig megtartják, ezért hústermelő kapacitásuk nagy. Jó húsformákat nagyobb súlyban mutatnak. Ide soroljuk a német öves sertést, illetve a cornwall sertést.

A hústípusú sertéseket felhasználási módjuk szerint is csoportosíthatjuk. A baconsertések angol piaci igények szerint, 80-90 kg-os élő súlyban vágott sertések, melyeket későn érő, gyorsan növő egyedekből állítanak elő. Erre a célra a lapálysertések, a nagyfehér hússertések alkalmasak leginkább.

A tökesertés típusba azok a fajták sorolhatók, melyeket leginkább friss tökehús, valamint húskészítmények előállítására használnak. Jellemzően 110-150 kg-os élősúlyban kerülnek vágásra. Már fiatal korukban szép húsformákat mutatnak. Ebben a típusban a tenyésztői munka a jó húsformák kialakításán kívül a zsírosodás mértékének csökkentésére irányul. A duroc, a pietrain, illetve a hibrid sertések ebbe a csoportba sorolhatók.

A TF sertések azok az egyedek, melyeket már tenyésztésbe fogtak. Jellemzően az egyszer vagy többször fialt kocák tartoznak ebbe a csoportba. Élő tömegük 150 kg felett van, húsukat kifejezetten szalámi és szárazárú gyártásra használják, mivel korukból adódóan alacsonyabb a húsuk víztartalma, mint a fiatal vágósertéseké, ez a tulajdonság pedig kedvez a szárazárú gyártásnak.

1.3.2 Szarvasmarha fajták csoportosítása

Napjainkban már több száz szarvasmarha fajtát tartunk számon világszerte. A sertéshez hasonlóan a szarvasmarha fajtákat is sokféle szempont szerint csoportosíthatjuk, ám a legcélszerűbb csoportosítás a hasznosítás szerinti, hiszen a sertéssel ellentétben a szarvasmarha esetében markánsan elkülönülnek az egyes hasznosítási irányok.

Hústermelési szempontból legkisebb jelentősége a tejelő fajtáknak van, Ezeket úgy nemesítették, hogy egy laktáció alatt a lehető legtöbb és legjobb tejet adják. Jellemzően rossz húsformákkal rendelkeznek, hústermelés céljára az ezekbe a fajtákba tartozó bikaborjakat használjuk felhízolásuk után. A tehenek húskihozatala rossz. Ebbe a csoportba tartozik a holstein-fríz, a jersey és az ayshire fajta.

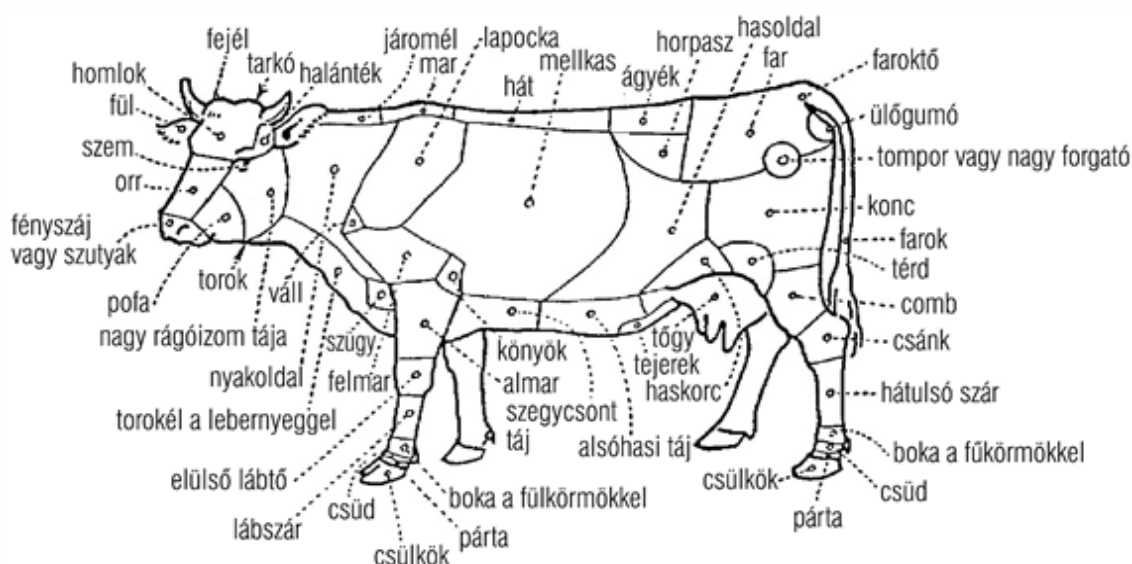
A kettőshasznú fajták tej- és hústermelés céljára egyaránt használhatóak, ám a kifejezetten húshasznú vagy a kifejezetten tejhasznú fajtáktól jelentősen elmaradnak termelési paramétereik. A háztáji gazdaságok kedvelt fajtái voltak régen. Napjainkban, a kézműves termékek iránti igény, valamint a családi gazdaságok fejlődése miatt ismét nő a népszerűségük. Ebbe a csoportba sorolhatjuk a magyar tarka szarvasmarhát, a szimentáli szarvasmarhát és a borzderest is.

Húsipari szempontból a legjelentősebbek a húsmarhák. Ezek fajták esetében a tejtermelés kizárólag az utód felnevelését szolgálja. A húsmarha tenyésztésnek az Egyesült Királyságban és Franciaországban is nagy hagyományai vannak. Nem véletlen, hogy a napjainkban oly népszerű, mára világfajtává vált fajták is ezekből az országokból származnak. A húsmarhákra jellemző a nagy növekedési erély, kitűnő takarmány hasznosítás, magas húskihozatal és jó húsminőség. Ebbe a csoportba sorolható a hereford, az aberdeen angus, a charolais, a blonde

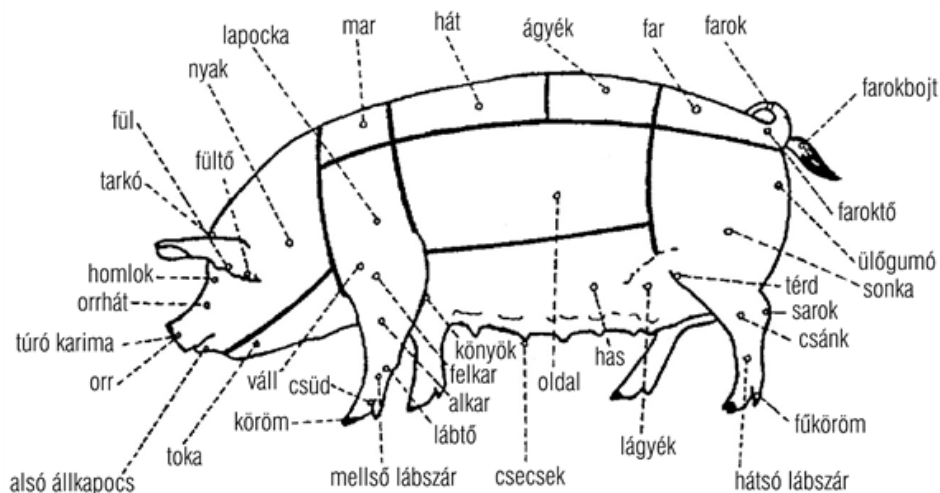
d'aquitaine, a limousine, a murray grey és a napjainkban a legdrágábban értékesíthető wagyu szarvasmarha.

A szikár, ellenálló fajtákat régebben a vonóerejük miatt használták elsősorban, ám a gépek elterjedésével tenyésztésük visszaszorult. Ezen fajtákba tartozó egyedek jellemzően szikarak. Legjellemzőbb képviselője ennek a csoportban a magyar szürkemarha. Ugyan előszeretettel használták a fajta vonóerejét, mely páratlan kitartással párosul, a monarchia idején közkedvelt vágóállat volt, mivel a legelőn nevelkedett egyedek húsa különösen finom, és szilárdságának köszönhetően a hortobágyi pusztákról gond nélkül felhajtották a gulyákat a Budapesten, vagy akár Bécsben működő mészárszékekig. A fajta napjainkban reneszánszát

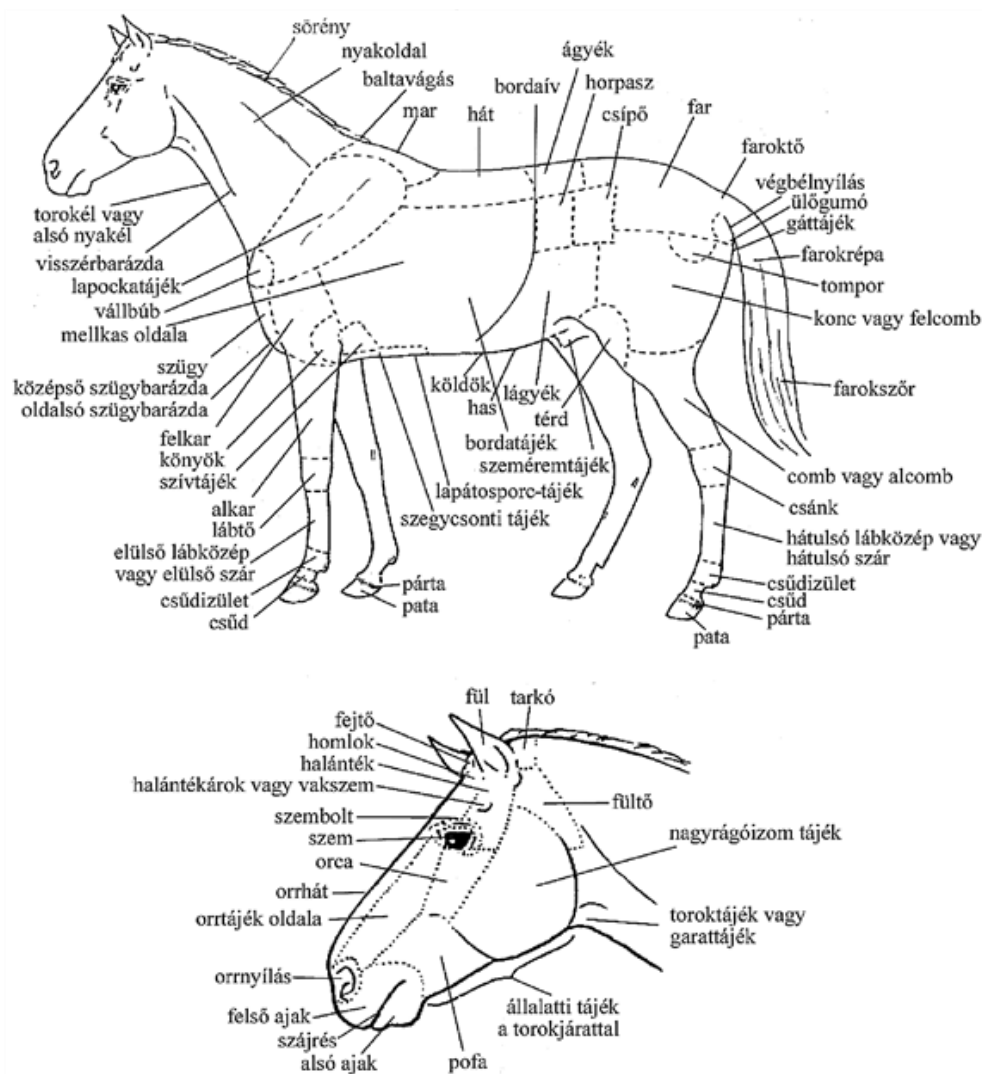
1.4 A gazdasági állatok testtájai



1. ábra: A szarvasmarha testtájai (Szabó et al. 2004)



2. ábra. A sertés testtájai (Szabó et al. 2004)



3. ábra: A ló testtájai (Szabó et al. 2004)

1.5 A vágóállatok beszállítása, érkeztetése és minősítése a vágóhídon

A minőségi sertésvágás már a beszállítással elkezdődik. Ma főleg teherautón, régebben vasúton történt. Ez utóbbinak ma már csak az élő export esetén van jelentősége. A beszállításnak nagy gondossággal kíméletesen és lehetőleg rövid távolságról kell megtörténnie, hogy az állatokat érő terheléseket minimális szinten tartsuk (2. Táblázat).

Az állatok előkészítése a szállításra:

- A sertések a szállítás előtt 9-18 órával már ne kapjanak enni.
- Az állatok összegyűjtésénél és járműre felhajtásánál a szállítás során és a járműről lehajtásánál kíméletesen kell eljárni, mert az állatok érzékenyek és stresszre hajlamosak.

- A felhajtó út mentén leszakaszoló ajtókat kell elhelyezni az állatok visszafordulásának megakadályozására. A felhajtó út ajánlott szélessége sertéseknél 80 cm. A felhajtó út padozata sima, de az állatok számára csúszásmentes legyen.
- Célszerű csoportosan felhajtani az állatokat, így a csoportnak egy közös terük van. Számukra csak a biztonságos előrehaladást kell biztosítani.

A járművel szembeni követelmények:

- Fontos tényező a típus, a nagy járművek stabilabbak a szállítás során, így a sertések nem sodródnak annyira ide-oda és nem rázkódnak annyira. Az állatok sodródásának elkerülésére záró rácsokat kell alkalmazni. Nagyon fontos a járműre felrakható állatok száma és falka nagyság az un. berakási sűrűség.
- A jármű terhelése átlagosan 0,8 m²/sertés. A kategóriánkénti értéket a 1. Táblázat mutatja
- A szállító jármű rakterülete minél érdekesebb annál jobban meg tudnak kapaszkodni rajta az állatok, és egyensúlyukat könnyebben meg tudják tartani szállításuk során, elkerüljük az állatok egymásra esését és sérülését. Mégis a túl durva felület, különösen szalma/alom nélkül, horzsolásokat idézhet elő, ami később bőrhibát jelent.
- Különösen nagy szállító járműveknél szükség lehet szellőztető berendezésre is. Az elülső és oldalfalakon a sertéseknél 40 cm magasságban szellőző nyílásokat kell elhelyezni, amelyet igény szerint szűkíteni vagy bővíteni lehet.

1. Táblázat: Sertések helyigénye a gépkocsin szállítás során

Súlykategória [kg]	Egy sertés számára szükséges rakterület			
	V. 1. - IX. 30 közti időszakban		X.1 - IV.30 közti időszakban	
	Vasúton	Gépkocsin	Vasúton	Gépkocsin
30-70	0,36	0,27	0,35	0,26
71-100	0,47	0,35	0,45	0,26
101-120	0,60	0,42-0,47	0,57	0,40-0,44
121-150	0,70	0,47-0,53	0,67	0,44-0,50
151-180	0,85	0,53-0,61	0,80	0,50-0,57
181-200	0,95	0,61-0,73	0,90	0,57-0,66
201-	1,10	0,73-0,90	1,00	0,66-0,80

- 5 órát meghaladó szállítás esetén az oldalfalakra etetőegységeket kell felszerelni.
- A járműnek szorosan és szintben (max. 1,5 cm különbség) be kell állnia a rámpához, hogy az állat lába ne szoruljon be a rámpa és a raktér közötti részbe, mert ez töréshez vezet, ami megakadályozza a későbbi magaspályás feldolgozást.
- Ferde fel- illetve lehajtó útnál a lejtés ne haladja meg a 15°-ot, amelyen az állatok megkapaszkodásának segítésére 20 cm-enként 2 cm magas bordákat helyezünk el.

1.6 Nyomonkövetés

Az élelmiszerek teljes nyomonkövetéséről a 178/2002/EK rendelet intézkedik.

A bevezetés úgy fogalmaz, hogy az élelmiszereket, takarmányokat akkor fenyegeti veszély, ahol lehetetlen az élelmiszer és takarmány eredetének visszavezetése. Ezért az élelmiszer- és takarmánygazdaságon belül létre kell hozni egy átfogó rendszert a nyomonkövethetőségre, hogy az esetlegesen fellépő visszavonásokat irányzottan lehessen célozni, adatokat lehessen szolgáltatni az ellenőrző szervek és a fogyasztók részére, elkerülve ezáltal problémák esetén a szükségtelen, gazdaságot érintő hátrányos hatás kiszélesedését. Fontos, hogy a rendelet hatálya alá tartozó termelő, élelmiszer előállító képes legyen azonosítani, az importőröket is, beleértve legalább azt a céget, amelytől az élelmiszerbe vagy takarmányba beépülhető élelmiszer, takarmány, állat vagy anyag származik és vizsgálat esetén minden szakaszban megvalósítható legyen a nyomonkövethetőség.

A 18. Cikk első pontja így hangzik: „Az élelmiszer, takarmány, élelmiszertermelő állat és bármely más olyan anyag nyomon követhetőségét biztosítani kell, amely rendeltetésszerűen vagy várhatóan élelmiszerbe vagy takarmányba fog beépülni, és az előállítás, feldolgozás és forgalmazás minden szintjén megteremtik. „ (178/2002/EK).

A nyomonkövethetőséget egy lépéssel vissza és előre is meg kell valósítani, azaz azonosítani kell a beszállítókat és azokat a vevőket is ahová a termékeket szállítják.

1.7 Vágósertések fogalom meghatározásai:

Szopós malac: 15 kg-nál nem súlyosabb, hím vagy nőivarú sertés

Malac: 15-25 kg tömegű fiatal, hím vagy nőivarú sertés

Választott malac: 25-50 kg tömegű fiatal hím vagy nőivarú sertés

Hízósertés:

a. Nőivarú sertés (ivartalanított vagy nem), amely külső vizsgálatnál észlelhetően a vemhességnek semmi jelét nem mutatja és 50 kg-nál súlyosabb.

b. A kanra jellemző tulajdonságok megjelenése előtt ivartalanított hím sertés, amely 50 kg-nál súlyosabb.

Koca: Nőivarú sertés, amely már ellett, vagy ha nem, vemhessége annyira előrehaladott, hogy arról külső vizsgálattal meg lehet győződni.

Kan: 25 kg-nál súlyosabb hím sertés, amelyet nem ivartalanítottak

Ivartalanított kan (kanlott): hím sertés, amelyet a jellemző vonások megjelenése után ivartalanítottak

Vágósertés: Az a tíz hónapos kornál nem idősebb sertés, amelyet vágás céljára hizlaltak, tenyésztésbe még nem fogtak, a kan ivarú egyedeket malac korban (három hónapos koruk előtt) ivartalanították.

Tőkesertés: A minőséget a fajta és az élősúly már bizonyos fokig jobban szabályozza. Az átvételi árak a meghatározott súlykategóriába tartozó sertésekre a legnagyobbak, az előírások célja, hogy viszonylag kiegyenlített állomány kerüljön vágásra. A fajta előírásai:

Fehér hús és húsjellegű sertés (95-115kg -os testtömeg): Általában fehér bőrű (cornwall, hampshire, öves, duroc, pietrain fajtáknál fekete bőrű), sima vagy hullámos szőrű, de nem göndörszőrű vágósertés. A sertés törzse hosszás, háta és ágyéka jól izmolt, combjai teltek, mélyen lehúzódnak.

Sonkasertés: Szigorúbb minőségi előírások jellemzik, a hasított testtömeg nagysága, valamint a szalonnastagság-méretek, comb, lapocka teltség döntik el a minőséget és ezen keresztül az átvételi árat. A hasított testtömeg nagysága az életkort és a húsminőséget is viszonylagosan kiegyenlítetté teszi.

Baconsertés: Minőségi előírásai szintén szigorúak és elvei hasonlóak a sonkasertéséhez.

Zsír és zsírellegű sertés (130kg feletti testtömeg): Általában göndörszőrű, mangalica, továbbá mangalica sertés egyéb fajtákkal történt keresztezéséből származó vágósertés.

Tenyésztésbe fogott sertés (170kg - feletti testtömeg): Az általában 10 hónaposnál idősebb sertés (koca, anyakoca, kan), amelyet egyszer már tenyésztésbe fogtak, és a tenyésztésből való selejtezés után vágás céljára értékesítenek.

A sonka és a baconsertések minősítése a vágás után történik, amikor is az etetés-itatás már nem növelheti az átvételi súlyt. A mért szalonnastagságok meghatározzák a minőséget és az ehhez kapcsolódó átvételi ár nagyságát. Ezért tárgyilagossá és objektívá válik az értékelés.

1.7.1 Sertések minősítése élő állapotban

Az élő sertéseket az átvételkor a minősítés helyén a testtömeg, valamint az állatra jellemző termelési tulajdonságok (fajtajelleg) és a hasznosítás módja alapján az alábbi táblázat szerinti

minőségi kategóriába kell sorolni. A testtömeget hiteles mérleggel állapítjuk meg. A sertések súlykategóriáit a 2. táblázat mutatja.

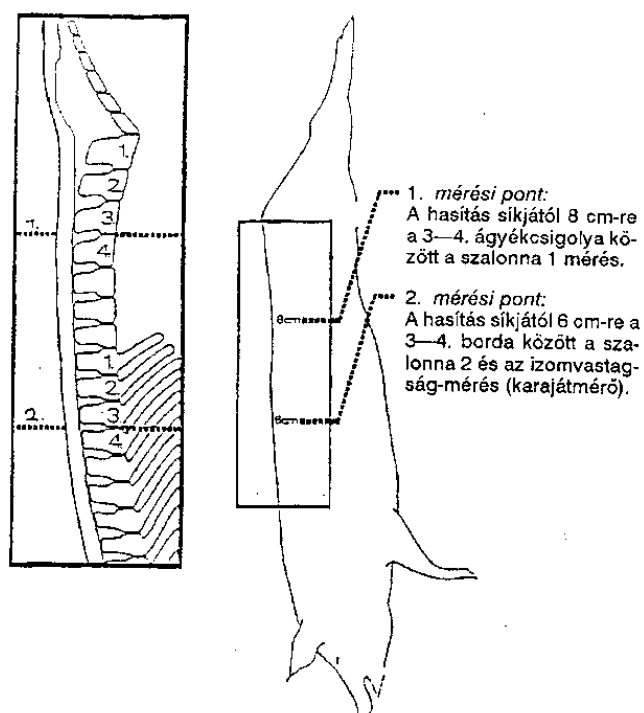
2. Táblázat: A sertések súlykategóriái

Minőségi kategória	Testtömeg
Hús és húsjellegű sertés	95-115
Hús és húsjellegű sertés	116-125
Hús és húsjellegű sertés	125-
Zsír és zsírszerű sertés	130-
Tenyésztésbe fogott sertés	170-

1.7.2 Sertések műszeres objektív minősítés

A szakigazgatás a nagyteljesítményű vágóhidakon kötelezően előírja hogy a minősítést FAT-O-MEATER készülékkel kell végezni. Ehhez a következőket kell mérni:

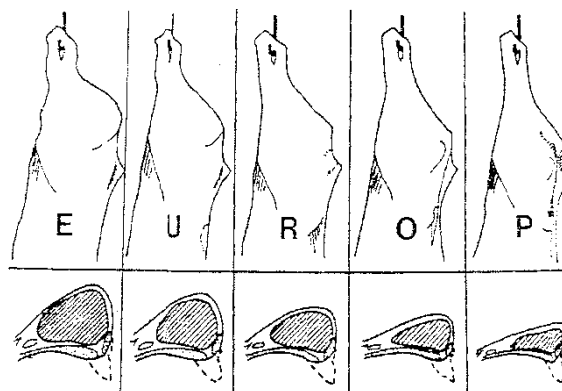
- Az oldalszalonna és az izom vastagságát a 4. ábrán jelölt 1-es és 2-es mérési pontokon, a hátizom sávjában kell mérni, mégpedig:
- az 1. Pontnál a hasítási síktól mérve 8 cm- a slusszcsonttól visszafele számított 3. és 4. ágyékcsigolya között.
- a 2. Pontnál a hasítási síktól mérve 6 cm- fentről lefele számítva a 3. és 4. borda között.
- Ezen túlmenően a 2. Mérési pontban a szalonna vastagság mellett mérjük a karajvastagságot is (ezért fontos a 6 cm betartása)



4. ábra: A FAT-O-METER műszeres mérés mérési helyei

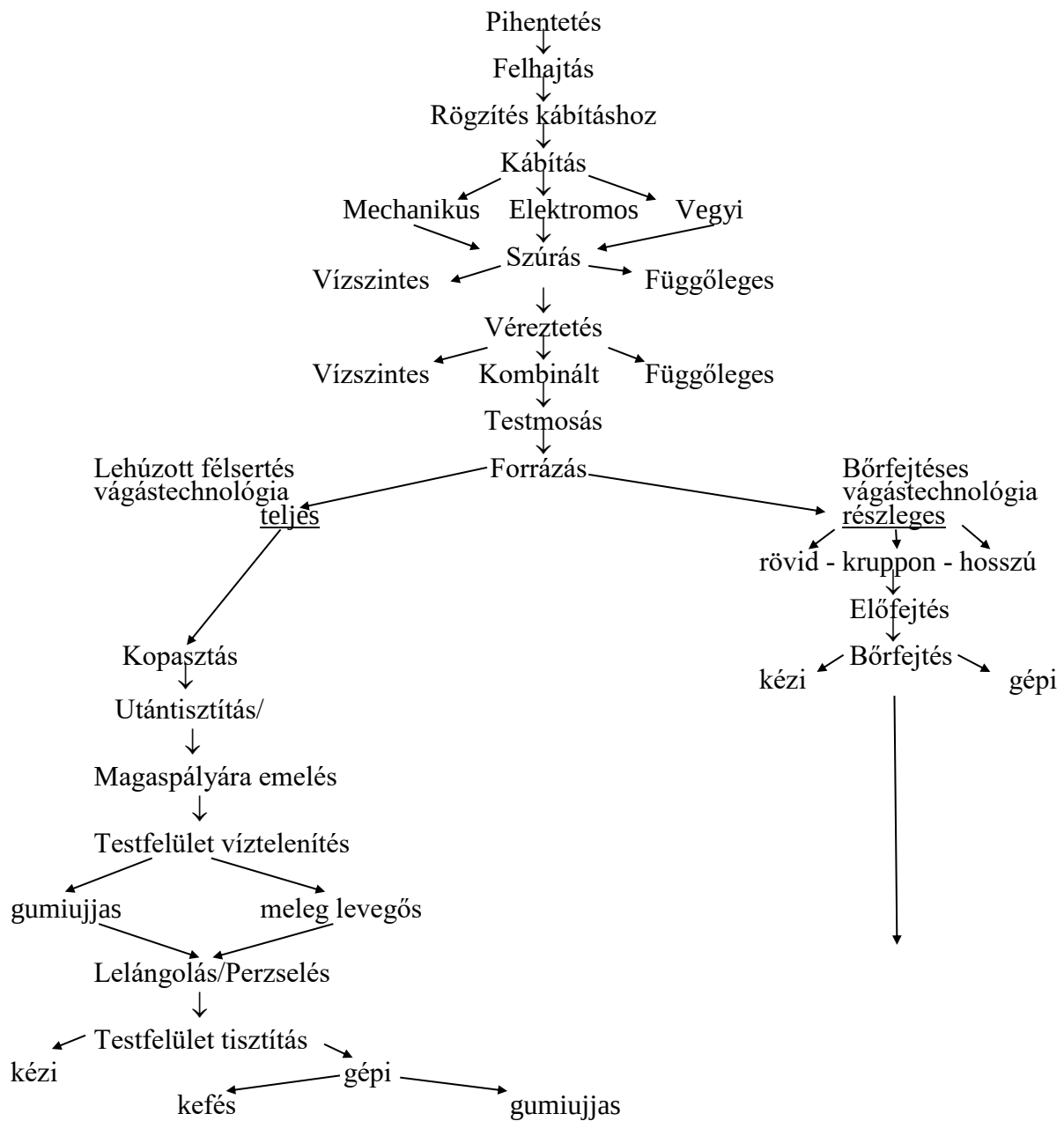
3. Táblázat: Az EUROP húsosztályozási rendszer kitermelési kategóriái

Színhústartalom a hasított hideg súly százalékában	Osztály
60 % vagy több	S
55 % vagy több, de kevesebb mint 60	E
50 % vagy több, de kevesebb mint 55	U
45 % vagy több, de kevesebb mint 50	R
40 % vagy több, de kevesebb mint 45	O
kevesebb mint 40 %	P



5. ábra: A karaj méretének változása az EUROP kategóriákban

1.8 A sertésvágás szennyes övezeti műveletei



6. Ábra: A sertésfeldolgozás szennyes-övezeti műveletei

1.8.1 Kábítás

A kábítás céljai és feladatai:

- Az állat ne haljon meg, hanem csak mozgásképtelenné váljon.
- A tökéletes, szűrés/véreztetés balesetmentes elvégzésének biztosítása.
- Az állatot ne tegyük ki félelemérzetnek illetve ne izgassuk fel.

- Az állat életének szűrőskori szenvedésmentes kioltása (állatvédők), hogy az állat ne érezze a fájdalmat és tudattalan legyen a szűrőskor
- A húsminőség megóvása

4. táblázat: A kábítási eljárások és eszközök felosztása

A felosztás alapja	Kábítási eljárások		
	Mechanikus	Elektromos	Vegyi
Ható közeg	Mechanikai erő	Elektromos áram	CO ₂ GÁZ
Kábító	• Tagló	• Kábító villa	• Oválpályás berendezés
Eszközök	• Kontyos fejsze	• Kábító fogó	• Párizsi kerek berendezés
	• Lőszeres butrol pisztoly vagy puska	• lábelektroda	
	• pneumatikus pisztoly	• box elektroda	
	• Nagynyomású víz		

Mechanikus kábítás

Az ütést az állat homlokára vagy tarkójára mérjük. Ez a kábítási mód az állat összeesésével jár. Ennek ellenére csak akkor hatásos, ha az agy mélyebb rétegeit (thalamus/hypothalamus, formatio reticularis) legalább részben elroncsoljuk. A kábításhoz igen nagy erőre és pontos célzásra van szükség. Sorozatvágáshoz állatrögzítőre van szükség. A fegyveres megoldásnál az állatok szerint kell megválasztani a löszert, hogy az ütőszeg át tudja ütni a koponyát és megfelelő mélységig el tudja roncsolni az agyat. A sertéseknél ma már csak korlátozottan alkalmazzák, inkább csak házi vágásoknál szokásos. Mai használata a szarvasmarhák, juhok, lovak vágására jellemző.

Elektromos kábítás

Az elektromos áram az agyon áthaladva a mozgató és vegetatív idegrendszer erős stimulálását eredményezi.

5. táblázat: Alkalmazott feszültségek és áramerősségek

Elektromos kábítási mód	Feszültség	Áramerősség	Idő
Kisfeszültségű kábítás	70-90 V	-	10-20 s
Elektronarkotikus kábítás	180-220 V		4-6 s
Nagyfeszültségű kábítás	240 V felett	1,25 A	kb. 5 s

Kezdetben kisfeszültségű kábítást alkalmaztak, de sokszor nem volt elég feszültség különbség a test ellenállásának legyőzésére, amely függ a testtömegtől szörzet mennyiségétől, a testfelület vizezettségétől, a szalonnastagságtól stb.). Kezdetben szinuszos hullámformájú áramot használtak, de ez egyrészt túl nagy fájdalmat okozott az állatnak, másrészt a szinuszos csúcsok maximális hatásának eléréséig jelentős húsminőségi károsodások jelentkeztek. Ezért ma már a szinuszos hullámot négyszöghullámmá alakítják, valamint a frekvenciát 200-400 Hz-re növelik a feszültségérték állandósítása érdekében. Az elektromos kábítás pontos elvégzéséhez a test ellenállásának mérése és általában a feszültség rögzítése szükséges.

A feszültség hatása: A nem megfelelő kábítási feszültség, túl hosszú kábítási idő, valamint a kábítás és szúrás közt eltelt hosszú idő a húsminőség romlását okozhatják. Az alacsony kábítási feszültség ugyancsak befolyásolhatja a húsminőséget, amelyek a következő hátrányokkal jár:

- az agy elektromos ingerlése a teljes vázizomzat tónusos görcsét váltja ki, miáltal az izom kapillárisokon keresztüli véráram lecsökken, és:
- a szív működést időszakosan gátoljuk;
- a fentiek további következménye a vérnyomás növekedése;
- az áram lekapcsolása után a görcs néhány másodpercig tart, és ezután ernyed csak el az állat;
- az izomzat pontszerű bevérvése, ez főzés után a gépsonkában egyértelműen felismerhető, és a tüdőbevérvés elkerülhetetlen.

Az alacsony feszültséget főleg kézi kábításnál használják. A fent említett hátrányok nagyobb kábítási feszültséggel elkerülhetők, de balesetvédelem miatt kis üzemekben és kézi kábításnál nem alkalmazzák. Az alacsonyabb feszültségen végzett kábításnál nagyobb PSE részarány várható, mint a magasabb feszültségnél.

Az áramerősség hatása: A sertéstesten túlzott mértékű áram áthaladása nagyobb PSE részarányt eredményez függetlenül az előzetes stressz mértékétől. A kábítási áramot úgy kell

meghatározni, hogy a sertés nyugodtan feküdjön, és a comb ne rángatózzon görcsösen. Az adott ideig (kábitási idő) átfolyó áram mennyiségét befolyásolja:

- a beállított áram és feszültség,
- az elektródák típusa és felhelyezése,
- ellenállás a sertésbőr és az elektródák között.

A kábitási idő hatása: A túl rövid kábitási idő esetén nem érjük el az epileptikus állapotot a sertéseknél, nagy lesz a motoros tevékenység (görcsök) és ezáltal a glikolízis gyorsabb lefolyású lesz, ami PSE jelleget eredményezhet. A hosszú kábitási idő viszont túlkábitást okozhat, melynek következményei a csőnttörések (medencecsont, gerinc) vagy a halál idő előtti beállta, ami lehetetlenné teszi a teljes kivérzést.

CO₂-os kábitás

A kábitó boxban 68-70 % CO₂ és 30-32 % levegő összetételű atmoszféra uralkodik. Ebben az atmoszférában a sertés gyorsan és mélyen elalszik. Ha a sertés 45 mp-et van ebben az atmoszférában, a teljesen tudattalan állapot még szemhéjmozgás nélkül is megmarad a kiadagolás után még 30 másodpercig. Amennyiben a kiadagolás után a sertést nem szúrják meg azonnal, a sertés 2 perc múlva visszanyeri eszméletét, és 5-10 perc után normálisan tud mozogni, a folyamat tehát reverzibilis. A sertéseket 70 % CO₂ és 30 % tiszta O₂ gázkeverékben is elkábitathatjuk. A kábulat nem az oxigénhiány (fulladás), hanem a CO₂ okozza (az O₂ és a CO₂ kompetitív bekötődési reakciója a hemoglobinba).

Kábitási hibák

Mechanikus kábitási során a kis erő kifejtés, rossz helyre ütés, félreütés okozhat hibákat. Elektromos kábitás alatt felléphetnek káros elváltozások: felületi és belső bevérzések, zúzódások, PSE húsjelleg, nagy ellenállás a bőr és az elektródák között (nincs zuhany, eltérő sörtesűrűség, vastag bőr, és szalonna), rossz elektróda felhelyezés, Az elektróda koszos és elhasználódott, így kevés áram halad át a sertésen különösen a kábitás elején. A vegyi kábitás során a CO₂ koncentráció lehet nem megfelelő, ennek következtében az állat vagy megfullad, vagy nem kábul el rendesen.

1.8.2 Szűrés és véreztetés

A Szűrés és véreztetés céljai és feladatai:

- **Az állat életének kioltása.**

A szűrást a kábítás után a lehető legrövidebb időn belül, de maximum 30 mp-en belül, el kell végezni. A biztonságos és hibamentes szűrés csak a teljesen mozgásképtelen, elernyedtt testű sertésen végezhető el.

Vízszintes testhelyzetben végzett szűrés esetén az állatetestet jobb oldalára döntjük, hogy a szívet a testtömeg ne terhelje, és segíthessen a vér testből történő távozásában. A vér távozása főleg a véreztetés vége felé lassú. Fő hátránya még, hogyha a vér nem folyik el rögtön a véreztető asztalról, az bealvad a szűrők közé, és ez később a testmosó kihagyása esetén, a forró 60°C feletti forrázó víz esetén koagulál, és az alatta maradt szörtüszők nem tudnak kitágulni, így a szőrt nem tudjuk eltávolítani, ami minőségi kifogás a bőrös termékeknél.

Függőleges helyzetben végzett szűrés esetén a vér testből távozását a gravitáció segíti, de a szívre nagy nyomás nehezedik a rekeszizmon keresztül a bél belsősegek által. Ebben a testhelyzetben a fej és nyak részből távozik nehezen a vér. Ha a kábítás nem tökéletes, akkor a nagyon erős rángások miatt pontszerű bevérzések keletkeznek a húspanban, főleg a nemes húsrészekben, ami csak később a késztermékek felvágásával fedezhetők fel.

A kombinált testhelyzetű szűrés a vízszintes és függőleges testhelyzetű szűrés előnyeit igyekszik kihasználni. A vízszintes szűrés után a magaspályára emelés kb. 10-15 másodperc múlva meg kell, hogy történjen, mert a vér nagy része (kb. 70%-a) már kifolyt és a maradék rész egyre lassabban folyik ki. Ezt segítjük a magaspályára emeléssel, a gravitáció kihasználásával.

1.8.3 Szőrlazítás

A Szőrlazítás céljai és feladatai:

- **A forró víz és pára, valamint hő hatására kitágítjuk a szörtüszőket, majd a fellazult szőrt kopasztással eltávolítjuk a kitágult szörtüszőből**
- **A testfelület tisztítása**

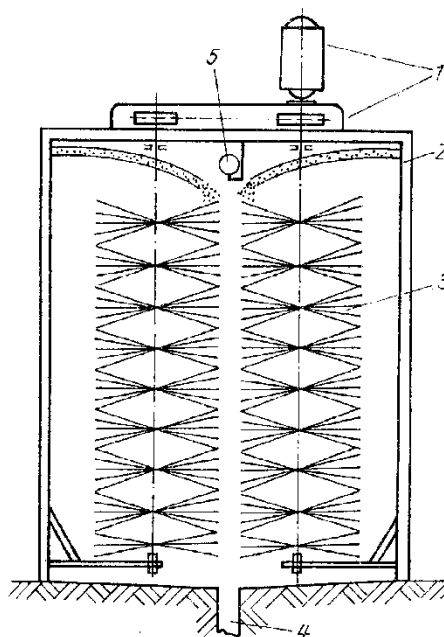
A szőrlazítást köznapi nyelven forrázásnak nevezzük. Ennek során a testfelületre vizet vagy párákat juttatunk a szörtüszők fellazítása érdekében. Amikor a sertésbőr élelmiszerként kerül felhasználásra (szalonna-félék, bőrös sonka) a szőrtet el kell távolítani a bőrből, és a bőrnek

kosztól mentesnek kell lennie. A forrázás fontos megelőző művelete a testmosás. Ennek feladata egyrészt a kosz eltávolítása a test-felületről, másrészt a testfelületen megalvadt vér (főleg fektetett testhelyzetben végzett véreztetésnél) hideg vízzel lemosása. Az alvadt vér a forró víz hatására koagulálódik, és nem engedi fellazulni a szőrtüszőket.

A forrázás mikrobiológiai problémái: A koszos sertések lemosása, nem csökkenti lényegesen a testfelületi csíraszámot. A testfelület a kádas forrázásnál mindenképpen szennyeződik a 60-70°C forrázási hőmérséklet ellenére. Ez a szennyeződés csak a függesztett testhelyzetű forrázó kamrában történő forrázással szűnik meg. A hőlég-forrázásnál 3-4,5 m/s légsebesség kell az egyenletes hőmérséklet eloszláshoz. A légtér benedvesítéséről gondoskodni kell, mert ha a légtér nem telített a forrázási idő meghosszabbodik.

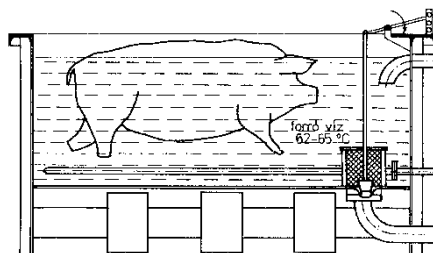
A forrázás jó gyártási gyakorlata:

- A víz keringtetése szűrőn és hőcserélőn keresztül.
- A forrázás három részre osztása:
 - * Előtisztítás (lásd testmosó).
 - * Forrázás megfelelő vízcserével.
 - * Utóforrázás szennyeződés eltávolítás.
- A sertések vágás előtti és forrázás előtti tusolása (lásd testmosó).
- A forrázó víz rendszeres cseréje

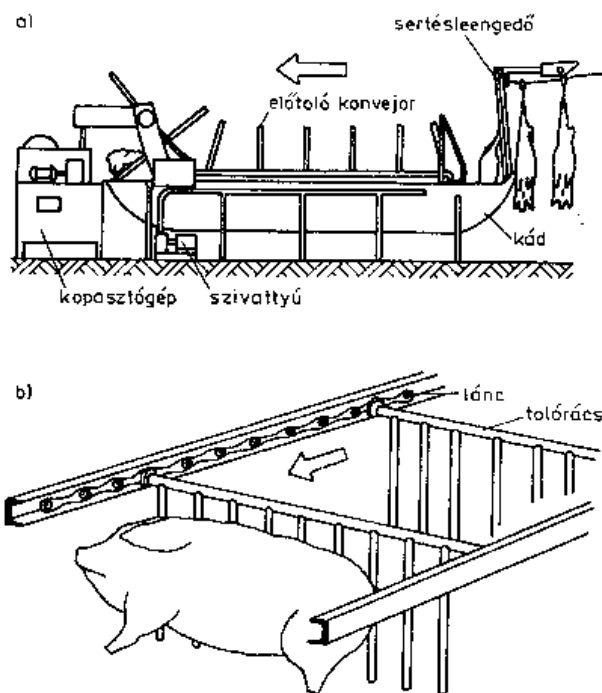


7. ábra: Testmosó

A forrázó kádban levő vizet meleg víz vagy gőz bevezetésével melegítjük fel. A meleg víz bevezetése kevésbé gazdaságos, és mivel a gőz mindig rendelkezésre áll és intenzíven tudja átadni hőtartalmát ezért általában gőzzel pótoljuk a hőveszteséget. A víz egyenletes hőmérsékletéről keringető szivattyúval és hőmérséklet szabályzóval gondoskodunk. A sertéseknek a kádban továbbítása történhet kézzel, úsztatással vagy gépi úton, ami történhet tolóvillák, bölcsök, újabban konveor segítségével.

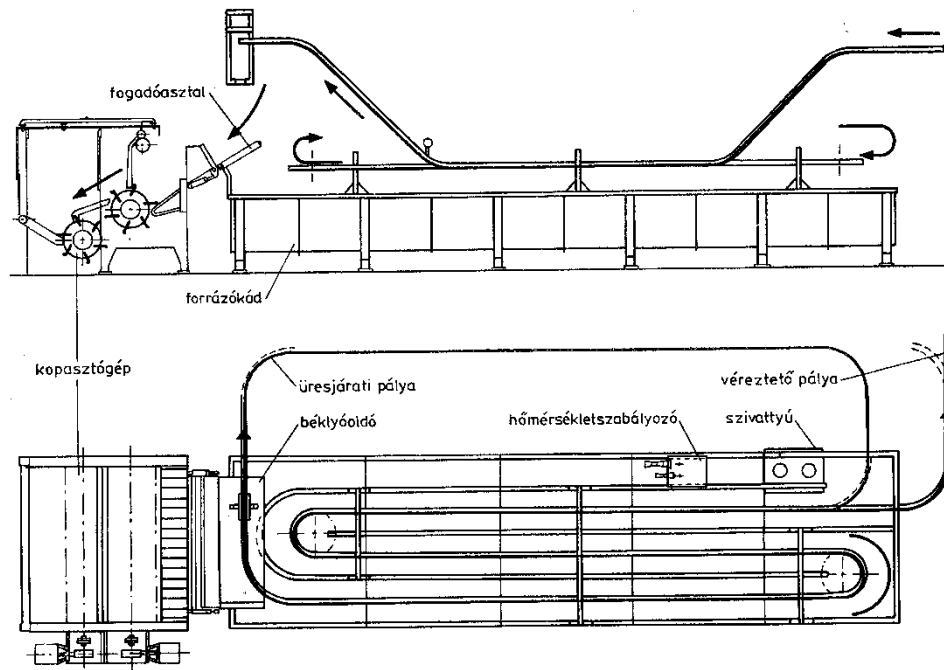


8. ábra: Úsztató forrázó kád



9. ábra: Tolóvillás forrázó kád

A konveoros áthúzásos forrázó kád esetén a magaspályát ferde leeresztő illetve felvonó résszel egészítik ki a sertés testek kádba bemeítéshez és onnan kivételéhez. A kád eredeti hossza (15-20 m) megmarad, de a kb. 2,5 m szélesség kb. 1 m-re csökken, és a kb. 1,2 m mélység kicsit megnövekszik..



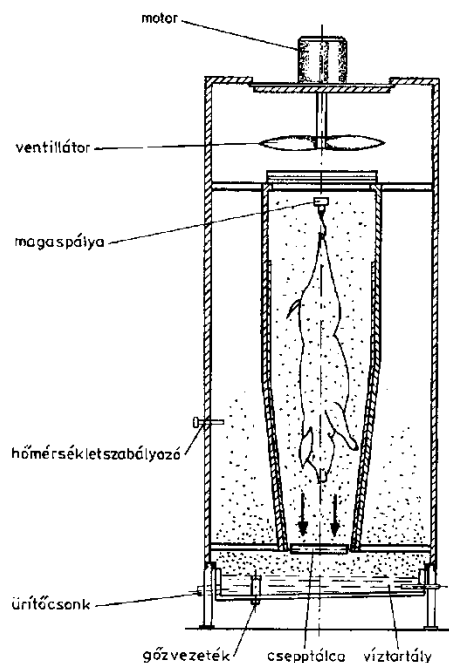
10. ábra: Konvejos áthúzásos sertésforrázó berendezés

A forrázó víz nagyfokú mikrobiológiai szennyeződése miatt gondoskodni kell a friss víz pótlásról. A sertések száma növeli a forrázó víz és a sertéstest szennyeződés mértékét. A forrázást normál esetben 60-70°C közti hőmérsékleten 3-5 percig végezzük. Az erősebb, sűrűbb szőrzet esetén (pl. mangalica), mivel a vonal teljesítmény általában adott, a forrázó víz hőmérsékletét emeljük, de az a 70°C-ot ne haladja meg, mert a jelenlegi vonalteljesítményekhez tartozó forrázási idő túl hosszú lesz, és ez esetben a szőrtüsző a bőrfehérjék koagulációja, zsugorodása miatt, ismét záródni fog, ami a szőr eltávolító erő megnövekedését idézi elő.

A hőlég-forrázó berendezések a forrázást telített páratérben végzik el. Ez az alábbi előnyökkel jár:

- Szignifikánsan alacsonyabb testfelületi csíraszám
- Kisebb költségfelhasználásokkal jár az előző rendszerekhez képest.
- Nincs kazánvizes tüdő

Működési elve azon alapul, hogy a berendezés alján létrehozott víztükörbe gőzt vezetnek, ami a vizet felmelegíti és párolgásra készíti. A keletkező párat pedig a berendezés felső részében található ventilátorral keringtetik.

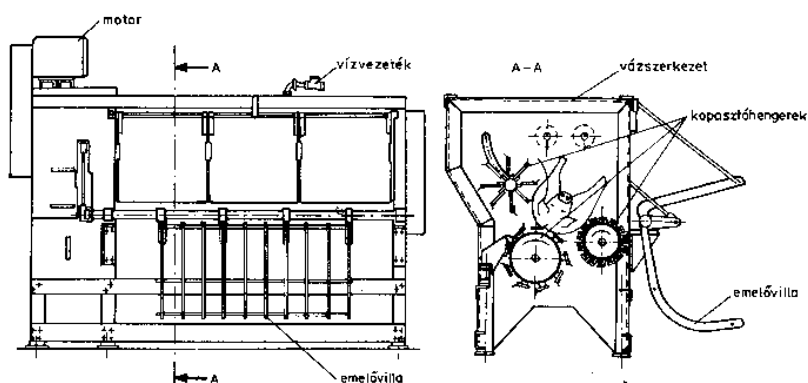


11. ábra: Hőlégforrázó berendezés

1.8.4 Kopasztás

A kopasztás célja a fellazított szőrzet eltávolítása.

A kézi tisztításnál vagy a polírozó géppel csak a szőröket távolítjuk el, de a tüszőket hagymákat nem. Ez a hűtés során elpárolgó víz és a szőrtüsző összehúzódása után látható és kézzel érezhető. Ezért fejlesztették ki a jóval alaposabb munkára képes kopasztó berendezéseket. Kisüzemeknél az utántisztító asztalon késsel, kaparó kolomppal és gázlánggal távolítják el a forrázás és szőrmaradványokat különösen a fej és hajlati részeknél.



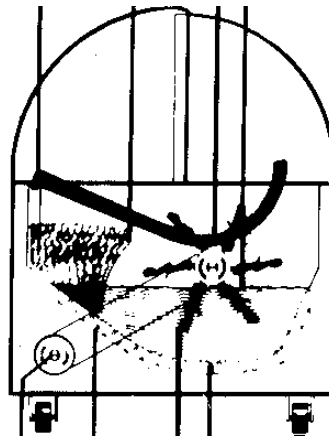
11. ábra: Háromhengeres kopasztó gép

A hatékony szőreltávolításhoz szükséges, hogy:

- A forrázó és a kopasztó gép között minél rövidebb távolság legyen, hogy a sertéstest minél kevésbé hűljön le, mivel ez a szőrtüszők bezáródásával jár, ami növeli a szőr visszatartó erőt.
- A kopasztó gépbe meleg vizet (legalább 45°C) permetezzünk a sertéstestre a testnek a kopasztás művelete alatti túlzott lehűlésének elkerülése érdekében.

1.8.5 Kombinált forrázás-kopasztás

A fenti hűlési jelenségek teljes elkerülésére fejlesztették ki ezeket a szakaszos üzemelésű berendezéseket. A sertéstestre az áthaladás alatt forró vizet permeteznek, és azokat szállító hengerek továbbítják, forgatják és nyomják a kopasztó hengerekhez. A berendezés alján összegyűlő vizet friss vízzel kiegészítve forgatják vissza a berendezésbe. Mégis olyan kialakítás szükséges a kopasztás teljes hatékonyságának kihasználásához, hogy a kopasztó hengerek előtt a forrázás már tulajdonképpen végbemenjen.



12. ábra: Kombinált forrázó-kopasztó berendezés

Kopasztás után az állattest az un fogadó asztalra kerül, ahol a következő műveleteket végzik el rajta:

- A megmaradt szőrzet lekaparása késsel kaparó kolomppal
- Az Achilles ín kifejtése és a vállfás csiga behelyezése az Achilles ínba.
- Magaspályára emelés.

1.8.6 Perzselés, lelángolás

A perzselés – lelángolás célja: a megmaradt szőrzet, piheszőrök leégetése és a testfelületi csíraszám csökkentése

A nagyüzemeknél kopasztógépek után megmaradt szőrzet végső eltávolítására perzselőt vagy lelángolót alkalmaznak. A lelángolás hőmérséklete 700-800°C és pár másodpercig éri a bőrfelületet a lángnyelv.

A perzselésnél. A samottbélés sugárzó hője is érvényesül, így az első néhány test után 900-1000°C is lehet a hőmérséklet a testfelületen, de ez is hasonlóan csak pár másodpercig tart. A nagyobb hőmérséklet miatt a felhám réteg főleg a nyaki lapocka tájékon akár el is szenesedhet a perzselés során, de a comb is mélyebb sárgás színű lesz.

A lelángolás alacsonyabb hőmérséklete miatt a lelángolóból kikerülő sertés bőrszíne fehéres marad, viszont az alacsonyabb hőmérséklet és a rövidebb behatási idő miatt a testfelszín mikrobiológiai állapota rosszabb, mint a perzselés esetén. A lelángoló rendszer a modern üzemekben két berendezésből áll, a második lángoló az úgynevezett dekontaminációs lángoló, mely a felületi csíraszám erőteljes csökkentésére szolgál.

A perzselésnél az elszenesedett, megégett hámrétegeket un. fekete kaparó gépekkel távolítják el. A még további tisztításhoz testtájanként beállítható kefék tisztító hengerpárokat használnak: A fej és mellső láb tisztításra külön kefék hengereket alkalmaznak. Az esetlegesen megmaradó szőrzetet testtájankénti kefék tisztítóval vagy un. polírozó gépekkel, illetve késsel lekaparják, ezt még kézi utóperzseléssel is segíthetik a hajlatokban. Ezzel véget ért a szennyes övezet.

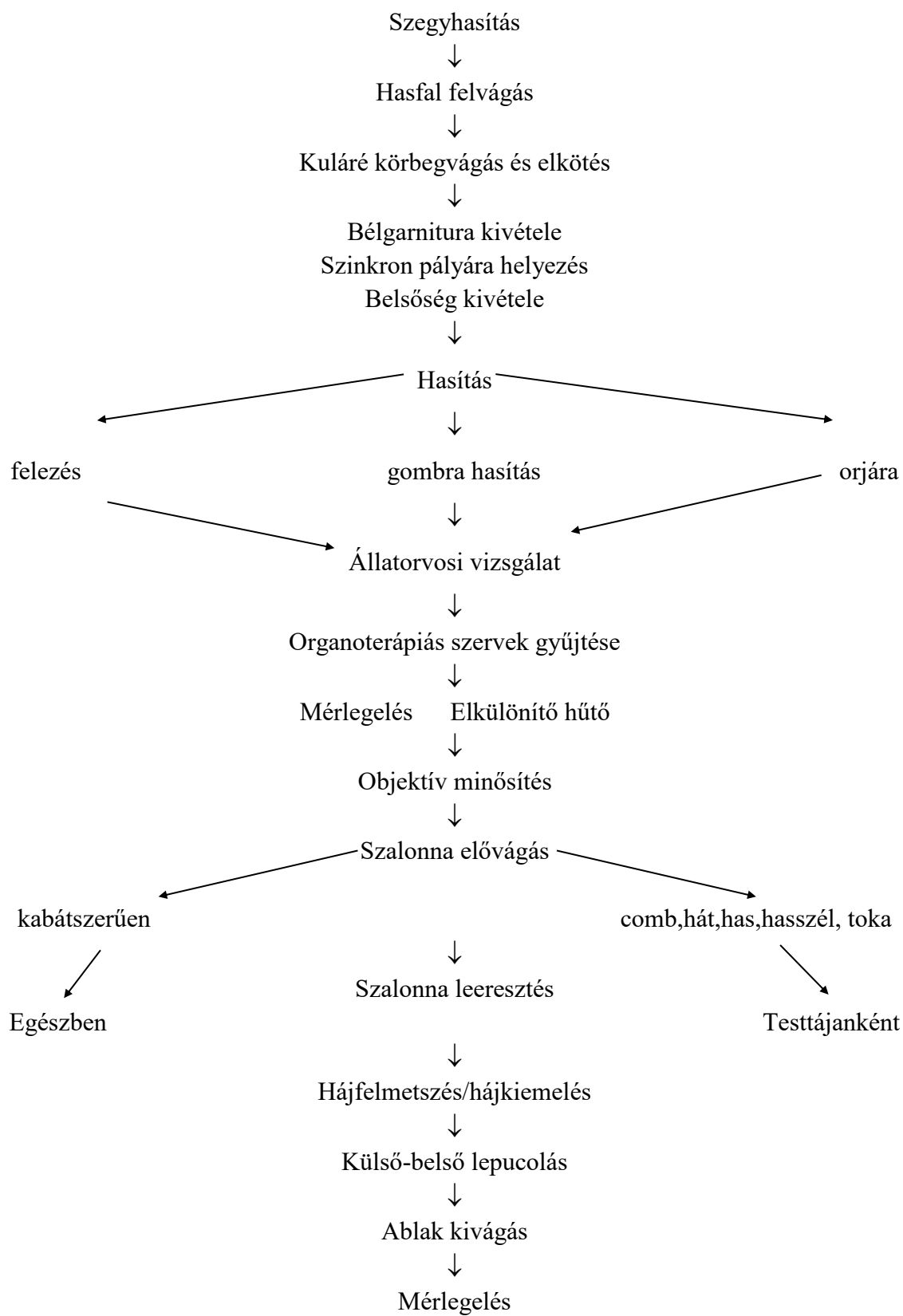
1.8.7 A bőrfejtéses sertésvágás technológiája

A bőrfejtés célja és feladata:

A nem koagulált bőr eltávolítása bőripari feldolgozás számára.

A sertés bőrfejtése esetén vagy részleges forrázást alkalmazunk, és a forrázó víztől elzárt határvonal mentén fejtjük elő a bőrt, vagy pedig lágyforrázással végezzük a szőrlazítást. A bőrt a körömtől körömgig és a has középvonalán vágjuk elő. Ezután a bőrt kézi bőrfejtő kocsin vagy vízszintes bőrfejtő gépen (szakaszos) vagy függőleges bőrfejtő gépen (folyamatos) fejtjük le. A gépi előfejtésnél az előfejtés mértékét az határozza meg, hogy a bőrt be tudjuk fogni a bőrfejtő henger bőrbefogó léce alá. A lefejtett bőrről ezután el kell távolítani a rászakadt szalonna és húsdarabokat. Ezt nevezzük bőrványolásnak, amelyet a szennyes övezetben külön helységben végeznek el.

1.9 A sertésvágás tisztaövezeti műveletei



13. ábra: A sertésvágás tisztaövezeti műveletei

1.9.1 Bontás

A **tiszta övezet** akkor kezdődik meg, amikor a testet felnyitjuk. Ennek első művelete a szegycsont átvágása, amely történhet késsel (fiatal állatoknál a szegycsont még porcos) vagy szegyhasító fűrészszel (idősebb állatoknál a szegyporc elcsontosodik). Főleg a szegyhasító fűrész túl meredeken tartásával és megnyomásával lehet a belsőséget megsérteni. A bontás következő művelete a végbélrózsa (kuláré) körbevágása, elkötése, majd a hasfal felvágása. Ezt követően a béltartó szalagok elvágásával a bél garnitúra kifordítása, majd kiemelése a hasüregből. A bélkivételnél az epe kifakasztása és a bél levékonyítása esetleg kiszúrása a leggyakoribb hibák. Mindkét esetben bő vízsugárral le kell mosni a testet, vagy a szennyeződött részt ki kell vágni. A belsőégeket (nyelv, nyelőcső, légcső, tüdő szív, máj) egyben távolítják el. A kivett bél és belsőség egy bél-belsőség szállító szinkronpályára kerül. Ez lehet tálcás vagy tálcás-horgas rendszerű. Ez a pálya, az állatorvosi vizsgálat miatt, a testtel azonos sebességgel halad. A szaksegédek előkészítik a húst és a belsőséget (megfelelő helyeken felvágják a belsőégeket, húst) az állatorvosi vizsgálatra.

1.9.2 Hasítás

A hasítás célja:

- **a testtömeg csökkentése,**
- **a hús hűlésének elősegítése.**

Régebben ezt kizárólag bárdal végezték, és a mészáros munka legkiemeltebb munkájának tekintették. Ma már gépesítették ezt a folyamatot is. Használhatunk hasító fűrészeket (alternáló mozgást végző lapfűrész, körtárcsás fűrész, szalagfűrész), nagyobb teljesítményű vonalaknál pedig a félautomata (120 db/óra felett) vagy automata hasító bárdokat 200 db/óra felett).

A hasítás során felmerülhetnek problémák. Ha a hasítást bárdal végzik, szilánkos vagy nem egyenes hasítás fordulhat elő. Fűrészszel történő hasítás esetén, ha nem megfelelő a vágólap hűtése, megéghet a velő és a csontpor, aminek egyrészt rossz szaga van, másrészt pedig a húsrákenődve hajlamosabbá teszi azt a romlásra. Ha a fűrész fordulatszáma túl alacsony, rákeni a nagyon romlékony csontvelőt a húsrá.

A hasítás módjai:

- **Felezés:**

A csigolyatestet pontosan elfelezzük, kereskedelem számára.

- **Virágos-csontos félre vágás:**

A farok a bal félbe a hátcsigolyák a jobb félbe kerülnek, szarvasmarhákánál a két féltest tömegkiegyenlítésére használják, a csigolya nyúlványos rész a csontos fél, míg a másik a virágos fél.

- **Orjázás:**

A csigolyákat a testről a bordák ízesülésénél vágjuk el és egyben emeljük ki, házi disznóvágásoknál előszeretettel alkalmazzák.

- **Gombra hasítás**

A csigolyákat az egyik oldal bordáinak ízesülésénél vágjuk el, így a csigolyatest egyben marad. A bordavégek mint kabáton a gombok látszanak. Ipari csontozás esetén csak egyszer kell csontozni a csigolyatestet, így munkát takarítunk meg.

1.9.3 Állatorvosi vizsgálat

6. táblázat: A vágóhídi állatorvosi ellenőrzés főbb elemei

Sorszám	Tevékenység	Módszer
1.	Élő sertések ante mortem vizsgálata	Szemrevételezés, szükség esetén klinikai vizsgálat
2.	Hasított féltestek és belsőségeik post mortem vizsgálata	Ellenőrzés a vonalon, szükség esetén laboratóriumi vizsgálat
3.	Trichinella vizsgálat	Laboratóriumi vizsgálat
4.	Higiéniai felügyelet a vágóvonalon	szemrevételezés, szükség esetén mikrobiológiai vizsgálat
5.	Higiéniai előírások betartásának ellenőrzése a hűtés, a tárolás, a csomagolás és kiszállítás alatt.	Szemrevételezés, termék és teremhőmérséklet ellenőrzése
6.	Étkezési célú vérgyűjtés	Szemrevételezés, termékminták bakteriológiai vizsgálata

Az állatorvos a bél- és belsőség garnitúrát valamint a hasított állattestet együtt minősíti. A minősítés eredménye lehet:

- Fogyasztásra feltétel nélkül alkalmas
- Fogyasztásra feltételelesen alkalmas
- Fogyasztásra alkalmatlan, kobzás

Az állatorvosi bélyegzőt legalább három, de annyi helyre rá kell ütni az állattestre, hogy az a darabolások után is minden húsrészen látható legyen, erre metilénkék festékes bélyegzőt használnak.

Az állatorvos által elsődlegesen vizsgált megbetegedések:

- Trichinellózis
- Echinokokkózis, májmétely

1.9.4 Szalonna leeresztés

A szalonna leeresztés történhet egyben vagy testtájanként. Azt, hogy melyiket alkalmazzuk, függ a kereskedelmi megrendeléstől, és hogy mekkora az állat illetve a szalonna tömege. Lehetőség szerint a szalonnát egyben eresszük le, mert ezzel a táblamunka során kevesebb lesz a szélezési (formázási) veszteség. Testtájanként történő szalonna leeresztéskor lehetőleg minden leeresztendő (bőrös szalonnás termékhez nem szükséges) szalonnát távolítsunk el. A testtájankénti szalonna leeresztésnél a következő szalonna leeresztési sorrend alakult ki: toka szalonna, hasszél, hátasszalonna, farszalonna, hátszalonna. A szalonna leeresztése után a hájat felmetszik, és kiemelik, majd a testfelületet kívülről lepucolják a felesleges szalonnától (2 mm-nél vastagabb egybefüggő szalonna réteg nem maradhat a féltesten). A dagadó mellett egy háromszög alakú kivágást tesznek (ablak), mert ez teli van erős kötőszövettel, ami még főzés és sütés után is rághatatlan marad.

A vágóvonal végén van a kitermelési mérlegelés. Ez azért nagyon fontos, mert ez alapján számítható a zsírzemnek átadott fehéráru mennyisége, ez képezi az átadási mennyiséget a hűtőház felé, és ebből számítjuk a kihozatalokat.

1.10 Vágómarhák fogalom meghatározásai

Borjú: 220 kg-nál nem nehezebb, vágásra szánt, hím vagy nőivarú szarvasmarha, amelynek a 4. pár tejmetszőfogának (szegletfogának) elülső széle nem teljesen nőtt sorba.

Szopós borjú: Olyan borjú, amelynek nyálkahártyája a fehértől a rózsaszínig terjedő árnyalatú a nem pigmentált bőrterületeken.

Választott borjú: Olyan borjú, amelynek nyálkahártyája mély rózsaszínű a pigmentált bőrterületeken és megközelíti a kifejlett szarvas marhák nyálkahártyájának színét.

Tejfogas növendék szarvasmarha: Olyan vágásra zánt szarvasmarha, amelynek minimális életkora a 4. pár metszőfog (szegletfog) elülső szélének kopásával jellemezhető. A maximális életkorban az 1. pár tejmetezőfog (fogófog) kihullott, de az állandó fog még nem jelent meg.

Tejfogas növendék üsző: fiatal, nőivarú szarvasmarha

Tejfogas növendék bika: fiatal, hímivarú szarvasmarha

Tejfogas növendék tinó: fiatal, ivartalanított hím szarvasmarha

Növendék szarvasmarha: egy-négy fogas szarvasmarha: Olyan vágásra szánt szarvasmarha, amelynek minimális kora az 1. pár állandó metszőfog (fogófog) egyikének kihasadásával jellemezhető. Maximális életkorban a 3. pár tejmetezőfog már kihullott, de az állandó fog még nem jelent meg. (Általában 18 hónapnál fiatalabb)

Megjegyzés: A növendék szarvasmarhát "kétfogas növendéknek" is nevezhetjük a 2. pár állandó fog egyikének kihasadásáig.

Növendék üsző: növendék, nőivarú szarvasmarha, amely még nem ellett.

Megjegyzés: Azokat az üszőket, amelyek a vemhesség külső vizsgálatával észlelhető jelét mutatják (a magzat, a has tapintásával érezhető, a tőgy funkcionálisan fejlődik), néhány országban eltérően Magyarországon előhasi üszőnek, nevezik.

Növendék tehén: növendék, nőivarú szarvasmarha, amely már ellett.

Növendék bika: növendék, hímivarú szarvasmarha

Növendék tinó: növendék, ivartalanított hím szarvasmarha

Felnőtt szarvasmarha 5-8 foggal: Olyan vágásra szánt szarvasmarha, amelynek minimális életkora a 3. pár állandó metszőfog egyikének kihasadásával jellemezhető. A maximális korban a 4. pár állandó metszőfogon (szegletfog) még nem látható kopás

Üsző: felnőtt, nőivarú szarvasmarha, amely még nem ellett.

Tehén: felnőtt, nőivarú szarvasmarha, amely már ellett.

Bika: felnőtt, hímivarú szarvasmarha

Tinó: felnőtt, ivartalanított hím szarvasmarha

Kifejlett szarvasmarha 5-8 foggal: Olyan vágásra szánt szarvasmarha, amelynek kora a 4. pár állandó metszőfog (szegletfog) elülső szélén a kopás megkezdődésével határozható meg. Maximális korban a 4. pár állandó metszőfog (szegletfog) a kopás során szintbe kerül a többi foggal, de a fogak között hézagok még nincsenek.

Üsző: felnőtt, nőivarú szarvasmarha, amely még nem ellett.

Kifejlett tehén: kifejlett, nőivarú szarvasmarha, amely már ellett.

Kifejlett Bika: kifejlett, hímivarú szarvasmarha

Kifejlett Tinó: kifejlett, ivartalanított hím szarvasmarha

Öreg szarvasmarha: Olyan vágásra szánt szarvasmarha, amelynek 4. pár állandó metszőfoga (szegletfog) egy szintben van a többivel. A fogak közt hézagok vannak.

Öreg tehén: öreg, nőivarú szarvasmarha, amely már ellett.

Öreg Bika: öreg, hímivarú szarvasmarha

Öreg Tinó: öreg, ivartalanított hím szarvasmarha

1.11 Szarvasmarhák beszállítása átvétele és minősítése

A sertéseknél említett jellemzők mellett az egyes paraméterek a következőképpen változnak meg a nagyobb méretű és tömegű szarvasmarhák esetén

- Az állatokat a jó súlyeloszlás érdekében fej/far állásban kell elhelyezni. Az oldalsó lapoknak/léceknek és záró rácsoknak simáknak kell lenniük, belőlük nem állhat ki szög/csavar stb., nem lehetnek éles éleik.
- Az oldalkorlátok magassága legalább 130 cm
- A szellőztető nyílások mérete 50 cm fölé is emelkedhet a nagyobb élő súlyú állatoknál.
- Szarvasmarhánál az éhségérzet jelentkezése kb. 24-48 óra. Ezután etetés szükséges, ha a szállítás hosszabb időt vesz igénybe.
- A szarvasmarhák 8 órát meghaladó szállításakor a táblázatban megadott darabszámnál kevesebbet helyezünk el egy négyzetméteren.
- A rámpát szarvasmarhák esetén 1,3 m magas korláttal látjuk el, amely 1,1 m-ig zárt.
- A szarvasmarhák esetében a kötött tartású állatokra hasonlóak érvényesek a sertéseknél elmondottak. Ellenben a kötetlen tartású állatokat, amelyek nem szoktak hozzá a szűk helyekhez és a lekötéshez, az érkezés után lehetőleg azonnal adjuk vágásra. Ha ez nem lehetséges, akkor ritkán nagy karámban helyezük el őket. Az utóbbi esetben viszont számítani kell arra, hogy a kötetlen tartású állatok zaklatják egymást, ráugranak egymásra, ami sok zúzódott húsrészt eredményeznek.

7. táblázat: Szarvasmarhák teherautón történő beszállításánál betartandó helyigények

Szarvasmarha testtömeg	Egy szarvasmarhának szükséges rakterület [m ²]
700 kg felett	1,75-2,0
kb. 600 kg	1,62
kb. 500 kg	1,5
kb. 400 kg	1,3
borjú 150 kg-ig	0,36-0,42

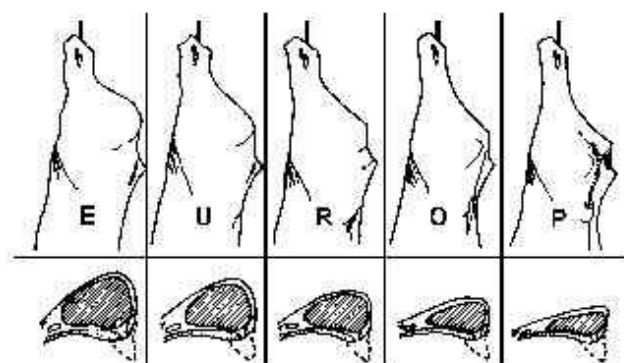
A sertéshez hasonlóan történik, ebben az esetben is csak a különbségekre térünk ki. Az átvétel egyedenként történik mérlegeléssel. Az úti apadó általában a testtömeg 5 %-át teszi ki.

Az állatokat felhajtó folyosón keresztül, elektromos ösztöke segítségével hajtják a kábítóboxba.

A kábítóbox oldalfala pneumatikusan mozgatható a dobogó felől. Mindaddig mozgatják az oldalfalat, amíg az állat teste a kilökő ajtóhoz szorul.

8. táblázat: Vágómarhák húsossági osztályai és jellemzőik

Kategória/paraméter	Értékelési jel
A vágott test meleg súlya	
A húsossági osztály betűjele és alosztály jelölése	(S/EUROP szerint) és (+, Ø, -),
A faggyúsági fokozat (felületi faggyú) számjele és alosztály (mellüregi faggyú)	(1-2-3-4-5) és (+, Ø, -),
Tömeg szerinti osztályozás	- legfeljebb 80 kg vágóborjú, 80-160 kg közötti vágóborjú, - 160-300 kg közötti vágóüsző, - 160-300 kg közötti vágóbika, - 160-300 kg közötti vágótinó, - 300 kg feletti vágóüsző, - 300 kg feletti vágótehén, - 300 kg feletti máshová nem sorolt vegyes ivarú vágómarha, ebből bika ebből tinó és ökör együttesen.
3. Kor- és ivarjelölés	A: két évnél fiatalabb, nem ivartalanított, hím ivarú állat vágott teste B: egyéb, nem ivartalanított, hímivarú állat vágott teste C: ivartalanított hímivarú állat vágott teste D: nőivarú állat vágott teste, amely már borjadzott E: egyéb nőivarú állatok vágott teste



14. ábra: A hátszín (hosszú hátizom) és a domborúság alakulása az SEUROP rendszerben

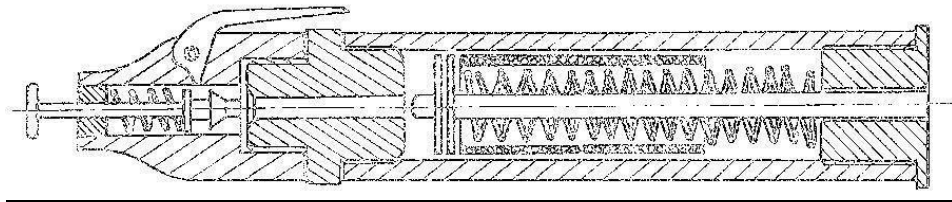
9. táblázat: A vágómarhák EUROP minősítési kategóriái és jelölésük

Húsossági osztály	Jellemzők	
S Szuper	Comb: szuperdomború, duplán izmolt, láthatóan elkülönülnek az izmok, redők	A fartő nagyon határozottan túlnyúlik a medenceízesülésen (symphysis pelvis)
	Hát: teljesen a lapockáig nagyon széles, nagyon vastag	A far nagyon domború
	Lapocka: szuperdomború	
E Kiváló	Comb: erősen domború	A fartő határozottan túlnyúlik a medenceízesülésen
	Hát: teljesen a lapockáig széles, nagyon vastag	A far nagyon domború
	Lapocka: erősen domború	
U Nagyon jó	Comb: domború	A fartő túlnyúlik a medenceízesülésen
	Hát: teljesen a lapockáig széles, vastag	A far domború
	Lapocka: domború	
R Jó	Comb: jól fejlett	A fartő és a far kissé domború
	Hát: még vastag, de kevésbé széles a lapockánál	
	Lapocka: egészen jól fejlett	
O Közepes	Comb: átlagos fejlettségűtől a hiányos fejlettségig	A far egyenes profilú
	Hát: átlagos vastagságú, vagy kevésbé vastag	
	Lapocka: átlagos fejlettségűtől a majdnem laposig	
P Csekély	Comb: gyengén fejlett	
	Hát: keskeny, láthatóak a csontok	
	Lapocka: lapos, a csontok látszanak	

1.12 A szarvasmarha vágás műveletei

1.12.1 Kábítás

Mechanikus kábítást alkalmaznak legtöbbször (pl. Butrol pisztollyal). Az előkészített fegyvert a szarvasmarha homlokára a szem-szarvtő közötti távolság felezőpontjának magasságában a fej szimmetria tengelyére helyezik. Az elsütő billentyű megnyomásával a fegyver a reteszt a szarvasmarha fejébe lövi, amely ezután kihúzható a koponyából.



15. Ábra: Butrol pisztoly

Az állati test eltávolítása a kábítóboxból

Az oldalfalat a pneumatikus henger segítségével visszaállítják eredeti helyére, majd nyitják a kikötő ajtót egy kapcsolókar segítségével. Ha az állat nem csúszik ki a kábító bokszból az oldalfallal lehet kilökni.

Magaspályára emelés

Béklyót helyeznek az állat bal hátsó lábára a fűköröm felett, emelő segítségével a magaspályára emelik az állati testet.

1.12.2 Véreztetés

Nyaki lebeny felvágása után a nyakizom és a verőerek átvágásával megnyitják a véredényrendszert, a kivérzés 5-6 perc alatt történik. Közben a szegyfő alatti részén a bőrt 15-20 cm-es mélységben előfejtik, illetve a szarvat és lábszárat pneumatikus csípőollóval eltávolítják. A lábszár levágása a lábtő és lábszár ízesülésénél történik.

1.12.3 Rodingolás

A nyelőcsövet kevés hús körbevágásával kifejtik, majd zsineggel elkötik. Ezután a nyelőcsövet a kötés alatt átvágják és rodingoló csökés segítségével a nyelőcsövet leválasztják a légcsőről.

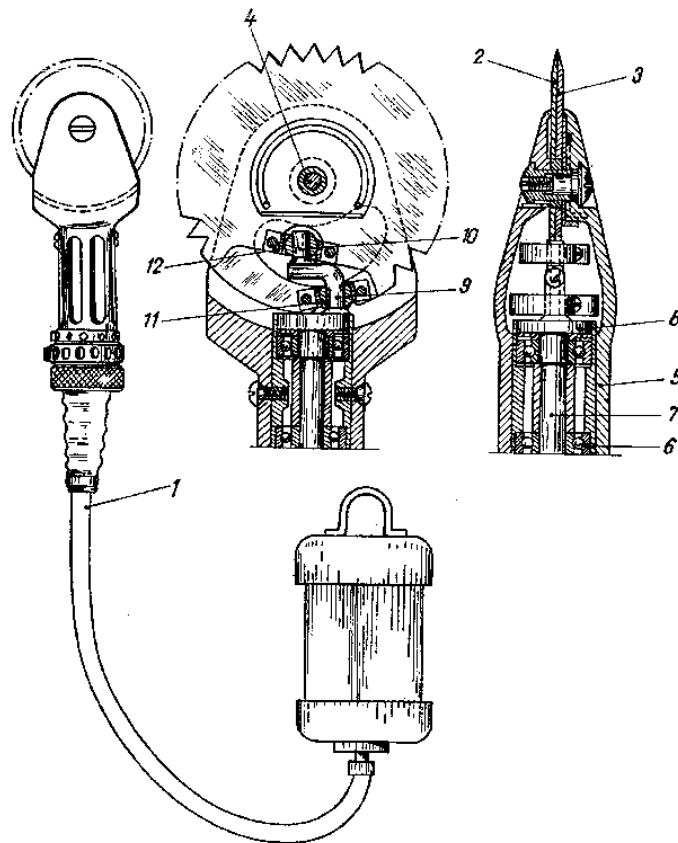
1.12.4 Bőrelőfejtés

Comb előfejtése: A farok előmetszés után a kulárét körbevágják, majd nylon zacskót helyeznek rá, amelyet a végbélrózsa alatt elkötnék. Az előmetszést a jobb comb belső oldalán végzik. Ezt követi az előfejtés a comb legkülső érintőjéig. Lábvég levágása hidraulikus csípőollóval történik. Átfüggesztés után a jobb láb Achilles- inába akasztják a horgot. Ezután hasonlóan előfejtik a bal lábat is, majd ezt is átakasztják.

A hasi részt pneumatikus dobogók fejtik elő, amelyet lámpedal segítségével mozgatnak. Az előfejtést EFA-típusú bőrfejtő késsel és késsel a has középvonalától mérve 15-20 cm-es mélységben végzik. Nőivarú állatoknál a tőgy eltávolítása, hímivarúaknál a herék és a csök eltávolítása késsel történik. A tőgyet a belsőség szállító horogra akasztják, a heréket ládába gyűjtik gyógyszeripari célokra, míg a csök kobzásra kerül. Előfejtésnél sem az irharéteget, sem az izomzatot nem szabad megsérteni. A mellső végtagoknál az előfejtést kézzel végzik el.

1.12.5 Bőrfejtés

Az állati testről az előfejtett bőr eltávolítása fentről lefele haladó, hengeres bőrfejtő készülékkel történik. Az állat mellső lábszárait a bőrfejtő bakhoz rögzítik. A bőrfejtés a hátsó végtagtól a fej irányában történik. A berendezés érdekessége, hogy a fejről is eltávolítja a bőrt. A fejtés után a bőrt rögzítő lánc automatikusan oldódik, a bőr egy surrantón keresztül egy átfúvató tartályba kerül, ahonnan pneumatikus szállítással jut-tatják a fogadó helyiségbe. A fejtés közben két dolgozó mozgó állványról két bőrfejtő késsel illetve késsel segíti a tökéletes bőreltávolítást.



52. ábra. Bőrfejtő körkés

1. flexibilis tengely, 2., 3. körkés, 4. késtengely, 5. burkolat, 6. csapágyak, 7. hajtótengely, 8. tárcsa, 9. excentrikus csap, 10. csap, 11. gömbcsukló, 12. csúszóttest

15. ábra: EFA kézi bőrfejtő kés

1.12.6 Fej levétele

A nyakizom átvágásával az első és második nyakcsigolya között történik. A fejet a fejmosó berendezésre akasztják és zuhanyoztatják. Két oldalról a nyelvmozgató izmokat és a nyelvet a slunggal (garat) együtt kifejtik, majd tisztára mossák zuhanya alatt. Ezt követően a belsőszállító horogra akasztják.

1.12.7 Szegyhasítás

A szegyet borító húst késsel elővágják, majd a szegycsontot szegyhasító fűrészszel fentről kezdve a hosszanti tengely vonalában átvágják.

1.12.8 Bontás

Has elővágása úgy, hogy a belső szervek ne sérüljenek. A bélgarnitúra és a lép eltávolítása. A tartó hártvány átvágása után a bélgarnitúra a szállító konvektor tálcájába, míg a lép a belsőszállító horogra kerül. Zsigerek közül először a májat az epehólyaggal együtt

leválasztják a rekeszizomról és lemossák azt. Ezt követően a tartószalagok átvágás után kiemelik a tüdőt és szívet a nyelőcsővel és a légcsővel együtt. Mosás után a belsőség szállító horogra kerül. A szívet levágják, majd mosással távolítják el az alvadt vért.

1.12.9 Gerinchasítás

A gerinchasítás automatikus marhatest-hasító berendezéssel vagy hasító fűrészszel történik. Amikor a magaspályán lévő marhatest a hasító berendezés elé érkezik, akkor az egy érzékelő hatására működésbe lép. A fűrészlap pontosan a hasítandó állattest képzeletbeli felezőpontjára áll be. A hasítás közben a fűrész lefelé irányuló és forgó mozgást végez. A test rögzítését támasztó kar, illetve rögzítő lapok biztosítják. A hasítás befejeztével a fűrészlap visszaáll eredeti helyzetébe, miközben forró vizes mosással fertőtlenítik.

1.12.10 Állatorvosi vizsgálat

A vizsgálatot állatorvos, illetve szaksegéd végezheti. Tovább-feldolgozásra csak a közfogyasztásra feltétel nélkül alkalmasnak minősített féltestek és a hozzájuk tartozó belsőségek, bélgarnitúra, fej és faggyú kerülhetnek. A gyanúsak minősített húsokat az elkülönítőben helyezik el. Ezek tovább feldolgozhatóságáról csak a bakteriológiai vizsgálat eredménye alapján döntenek. A gyanús belsőségek és egyéb szervek rögtön kobzásra kerülnek.

1.12.11 Minősítés, mérés

Magaspályán optikai mérlegen történik a mérés. Minősítést szemrevételezés alapján végzik el. A mérlegelési jegyen a következő adatokat rögzítik:

- * krotálián feltüntetett azonosító számot
- * a megállapított minőséget
- * tömeget
- * növendékállatok esetében a vesefaggyú tömegét.

1.13 Ellenőrző kérdések

1. Miért fontos eleme táplálkozásunknak a hús?
2. Hasznosítási irány szerint hogyan csoportosítaná a szarvasmarha fajtákat?
3. Ismertesse a sertések műszeres objektív minősítését!
4. Milyen kábítási módszereket ismer?
5. Milyen kábítási módszer alkalmaznak leggyakrabban szarvasmarhák esetében?
- 6.. Jellemezze az egyes kategóriákat a szarvasmarhák SEUROP minősítési rendszerében!

2. A HÚSOK FELDOLGOZÁSA

2.1 A húsfeldolgozó üzembe bekerülő alapanyagok csoportosítása

1. Borjúhús
2. Marhahús
3. Sertéshús
4. Baromfihús
5. Egyéb vágóállatok húsa
6. Zsiradékok
7. Másodlagos termékek
8. A húskészítményekhez felhasználható jelleg- és ízki alakító anyagok
9. A húskészítményekhez felhasználható hús- és nem húseredetű anyagok

2.2 A húsipari nyersanyagok csoportosítása technológiai cél szerint

Vágott test: Az állati test azon része, amelyből a megfelelő módszerrel elvégzett vágás és kivéreztetés után a belső szerveket, az agyvelőt és a gerincvelőt eltávolították.

Húsrész: A vágott test meghatározott testtáji vonalakon való darabolásával nyert testtájak, illetve anatómiai-technológiai részek.

Színhús: Mechanikusan eltávolítható zsírszövet, ín és kötőszövet nélküli hús.

Hús alapanyag : Állatfajok szerint: - marhahús gyártási alapanyag, - sertéshús gyártási alapanyag, - baromfihús, - egyéb hús, mint a borjú, a ló, a juh, a kecske, a nyúl, a vadak stb. húsa.

Zsiradék:

Állatfajok szerint: sertészsiradék, marhazsiradék, baromfizsiradék, egyéb állatok zsiradéka, - nem húsipari felhasználás

Felhasználás szerint: étkezési szalonna alapanyag, gyártási szalonna alapanyag, baromfizsiradék, olvasztási alapanyag egyéb állatok zsiradéka , nem húsipari felhasználás

Egyéb húsrészek: Nyesedékhús, zsíros nyesedék, véreshús stb.

Melléktermékek

Belsőségek (ehető belsőségek, zsigerek)

Nyelv : Gégefő és nyelvgyök nélküli, a nyálkamirigyektől és a nyirokcsomóktól megtisztított belsőség.

Máj : Epehólyag és a felületen levő durva epevezeték nélküli, íntól, nyirokcsomótól, felületi zsírtól és kötőszövegtől mentes szerv.

Szív Felmetszett, nagy érrendszer nélküli, véralvadéktól mentes szerv.

Tüdő Tüdőlebenyek, gégefő, légcsövek és garat nélkül.

Vese Vesetok, rátapadó zsírszövetek és húgyvezeték nélkül.

Gyomor Megtisztított, kifordított, nyálkahártyától megfosztott emésztőcső rekesz mögötti első tágult szakasza. Összetett gyomor: bendő, szájrétű, recés gyomor (az előgyomor részei).

Agyvelő Rátapadó vér és csontszilánk nélkül.

Nyelőcsőhús

Lép Rátapadt zsírszövetektől mentes.

Sertésbőrke és -pajzs, baromfibőr : Hámrétegből (szaru), kollagén alapanyagú irharétegből és bőr alatti kötőszövetből álló kültakaró.

Inak, kötőszöveti hárták: Egyes szervek, működő sejtek rögzítésére, összetartására szolgáló feszes kötőszövet.

Étkezési vér : A sertés és a marha levágása után a véredényből nyert, alakos elemeket tartalmazó folyadék, alvadésgátló anyagok hozzáadása, illetve a fibrin eltávolítása után.

Vérplazma: A fibrinmentesített és stabilizált vér centrifugálásával nyert tiszta, közel sejtmentes vérfolyadék.

Sűrűvér: A szeparálást követően a vér sejtes alkotórészeit nagy mennyiségben tartalmazó, fehérjében gazdag folyadék.

Részlegesen zsírtalanított kötőszövet (Laval-rost): Nyers, sertés olvasztási anyagból a nedves zsírolvasztási eljárás során kitermelődő melléktermék. Zsírtartalma legfeljebb 22% (m/m).

2.3 A húsipari nyersanyagok csoportosítása hőállapot szerint

Meleg hús: A vágás után kitermelt húsok mindaddig meleg húsok, amíg maghőmérsékletük a hűtés során +7°C vagy annál magasabb.

Előhűtött hús (hideg hús): A vágás után kitermelt húsok azután, hogy a hűtés során elért maghőmérsékletük +7 °C-nál alacsonyabb, de a fagyás még nem következett be.

Megjegyzés: Biokémiai és húserési értelemben meleghúsnak nevezzük a hullamerevségen át nem esett húst, hideg húsnak a hullamerevségen átesett húst, függetlenül annak hőmérsékletétől.

Fagyasztott hús: Teljesen átfagyott hús, amelyet -12 °C-on vagy annál alacsonyabb hőmérsékleten tárolnak.

Mélyfagyasztott hús : Teljesen átfagyott hús, amelyet -18 °C-on vagy annál alacsonyabb hőmérsékleten tárolnak.

2.4 A húsok konyhatechnikai felosztása

2.4.1 Marhahúsok konyhatechnikai felosztása

Pecsenyehúsokat: Vespecsenye (bélszín), gömbölyű felsál, • hosszúfelsál, fehérpecsenye csontos hátszín, rostélyos

Szelethúsok: azok az árufélék, melyek nyersen vagy főzve adagolásra, szeletelésre alkalmasak. Ide soroljuk a fartő részeit, továbbá a vastag lapockát és a stefániát.

Leveshúsok: húsleves készítéséhez kiválóak, bár rosszabbul szeletelhetők. Itt a puhaszegy, puhahátszín, csontos oldalas, a szeggy részei, a lengőborda és a farok említethetők.

Gulyás- és pörkölt-húsok általában inakkal átszóttek, így igen zamatosak bizonyos ételekben. Minthogy a vágásfelületek nem simák, így kockára vágva főzhetők. A tarja, a nyak a lábszárhús, az oldallapocka, a felsáldekli, a medencehús stb. mind kiválóan alkalmasak az említett ételkör készítésére.

2.4.2 Sertéshúsok konyhatechnikai felosztása

A **szelethúsok** kiválóan alkalmasak frissensültek készítésére. Ide soroljuk a karajt, a tarját, továbbá a comb részei közül a slusszt és a felsált.

A **pecsenyehúsok** pecsenyék és egybesültek alapanyagai. Ide tartoznak a comb részei (dió, fartő), valamint az oldalas és a dagadó. A sült oldalas igazi csemegének számít hazánkban és külföldön egyaránt.

Kocsonyahúsok a fej, láb, csülök és farok. Minthogy ezek mind bőrös részei a sertésnek, így zselatint képezve kocsonyásítják a főzőlét. A csülök számos étel alapanyaga, pácolva- füstölve- főzve kiváló tulajdonságú húskészítmény. Sok hódolója van a körömpörköltnek is.

2.4.3 Zsiradékok

Étkezési szalonna alapanyag A nyers, sózott vagy egyéb konyhatechnikai eljárással (füstölés, pácolás, részleges vagy teljes főzés, abálás) előkészített bőrös vagy bőr nélküli szalonna alapanyag. A szalonnának a sertés elzsírosodott bőr alatti kötőszövetének megfelelően előkészített, meghatározott méretre formázott fajtái (hát, oldal, has, far, toka).

Gyártási szalonna alapanyag : A szalonnának kötőszövetben dús fajtái (toka, has, fiatal - nem hizlalt – állatok kemény hát-, nyak-, egyéb szalonnája) különböző méretűre aprított állapotban, húskészítményekben mozaikképzés vagy húspép képzés céljára. Zsirtartalom, kötőszövet és puha zsiradék, illetve testtájak szerint csoportosítva, a testtáji eredet, a technológiai cél megjelölésével.

Olvasztási alapanyag: Hússal kevésbé átszótt sertésszalonna, hár, nyeseékszalonna, bélzár, bőrkaparék, marhafaggyú.

Marhafaggyú: A marha zsírszöve, az egyes testüregekben felgyülemlett zsírszövetek kivételével. Húsipari, egyéb élelmiszer-ipari vagy ipari célra.

2.4.4 Egyéb anyagok

Véres hús: A vágáskor vérrel beszennyezett húsrészek (pl. a szúrászsatorna környéke), amelyek a hőkezeléssel gyártott húskészítményekben felhasználhatók.

Fejhús: Nyersen vagy főtt állapotban kicsontozott, az érzékszervileg vagy a higiéniaailag kifogásolható részek (pl. zabos hús, nyálkahártyával borított húsrész, a fül hallójárata, szem, szemüregét kitöltő zsírszövet, könnymirigy) eltávolítása után maradó húsrész.

Szeparált hús: A vágóállatok húsos vöröscsontjairól gépi berendezéssel leválasztott szövetek homogenizálása után nyert termék.

Gépi csontozású hús: Olyan termék, amelyet fogyasztásra feltétel nélkül alkalmasnak minősített baromfiból, vágóállatból vagy ezek részeiről mechanikai eszközökkel úgy nyernek, hogy az izomszerkezet nem sérül vagy módosul, a darált húsera jellemző marad. Szemcsemérete minimum 3 mm.

Csontokról mechanikusan lefejtett hús (MSM): Az állati eredetű élelmiszerek különleges higiéniai szabályainak megállapításáról szóló, az Európai Parlament és a Tanács 853/2004/EK rendelete I. mellékletének 1.14. pontja szerint

Bőrkelé: A bőrral borított szöveti részek főzőleve.

Hulladék: Emberi fogyasztásra alkalmatlan, de egyéb célra felhasználható, a húsiparban keletkező hulladékanyagok, pl. pata, szőr stb.

2.5 A húskészítményekhez felhasználható jelleg- és ízkialakító anyagok

A húskészítmények gyártásához csak az Élelmiszerkönyv előírásainak megfelelő minőségű anyagok használhatók fel.

Adalékanyagok, technológiai segédanyagok, aromák: felhasználásuk a vonatkozó hatályos előírások szerint a húskészítményekben engedélyezett módon.

A termékek előállításához - kivéve az egyedi névvel meghatározott termékeket - felhasználhatók az adott termékcsoporra vonatkozó irányelvben fel nem sorolt anyagok is, abban az esetben, ha azt az új termék engedélyezési eljárása során a hatályos jogszabályoknak megfelelően engedélyezték.

2.6 A húsfeldolgozás műveletei

2.6.1 Aprítás

Az aprítás a méretbeállításon kívül szolgálhat kötőanyag-készítésre, és amely a termék jellegétől és a nyersanyagtól függ. Az aprítás végezhető kockázó géppel, körkéssel, különböző darálógépekkel, kutterekkel.

Finomaprítás, pépesítés: a nyersanyagot olyan finomra aprítják, hogy a készítmény metszéslapja teljesen homogén, szemmel nem megkülönböztethető szemcseméretű. (A pépesítés végezhető kutterben hosszabb aprítási időtartam után vagy speciális finomőrölőkkel, pl. mikrokutter, kolloidmalom.)

Az első aprítógépek a transzmisszós áttétellel hajtott Ringa kések voltak, amelyeknél a húst a forgó tőkére helyezték, és a felette ingamozgást végző kés sorozat végezte az aprítást. A következő fejlődési fokozat a daráló megjelenése volt.

2.6.2 Kockázás

Az aprítás hagyományos kézi módszere a késsel aprítás. Ezt a kis termelékenység, kis roncsolás, tetszőleges forma kialakítás jellemzi.

Kockázó gépek: A késsel felvágást lehet vele intenzívebben végezni. A 0°C-ra lehűtött anyag előfeltétel a jó és éles vágáshoz.

Kifejezetten jó

- Betétes felvágottak betétjeinek kialakításához,
- Szárazárunknál szalonna a kenődés mentes aprításához
- Egyenletes csíkok, kockák kialakításához készétel alapanyagoknál (egyszerre fővés)
- Apró „pellet” készítése aszpikos termékekhez
- Előaprításhoz a jobb kezelhetőség (pl. kimérés) és a további aprítás érdekében (egyfajta előaprítás a kutterezéshez)

Az anyagot nyomás segítségével késtárcsákra nyomjuk.

- * Ha egy késtárcsa van a készülékben akkor szeleteket tudunk kialakítani.
- * Ha két késtárcsát 90°-kal elforgatva alkalmazunk csíkokat kapunk.
- * Ha a csíkokra vágó két tárcsa után egy lengő (himba) kés vágja el a csíkokat, különböző hosszúságú csíkokat illetve kockákat kaphatunk.

2.6.3 Darálás

A darálás célja:

A nyersanyagok aprítása a termék jellegének megfelelően, végső szemcseméretre aprítás
Előaprítás végzése a későbbi aprítási folyamatok megkönnyítésére, pl. kutterezéshez,
Előaprítás az anyagkezelés, összemérés, keverés és egyneműsítés megkönnyítése számára,
Darálás a finomaprítókkal történő pépgyártás számára: fogadási méretre aprítás

13. táblázat Daráló fajták:

Asztali darálók	Kis teljesítmény
Automata darálók	Kiszolgálásuk lift-boy emelővel, szállítoszalaggal vagy behordó csigával történik
"Winkelwolf"	A beadagoló csiga és a darál csiga egymás alatt, és egymáshoz viszonyítva derékszögben helyezkedik el.
Keverős darálók	A daráló vágószerkezetet egy keverő alá építették be
Fagyasztott hús darálók	300-400 mm daráló tárcsa külső átmérő, rotációs vágószerkezettel vagy sík vágószerkezettel
Ínleválasztós daráló	Ínleválasztó darálótárcsával és ín kivezetővel ellátott daráló.

A darálás minőségét a melegedés határozza meg. Ez a szemcsék nem éles határfelületeit eredményezi, ami mozaikos készítményeknél minőségi kifogást jelentenek.

A melegedés mértéke függ:

- * A nyersanyag fajtája és állapota (fagyott vagy előhűtött)
- * Beadagolási sebesség
- * A gép műszaki állapota
- * A vágószerkezet élessége
- * A vágószerkezet összetétele

2.6.4 Kutterezés

A kutterben függőleges tengely körül vízszintesen forgó tányérban elhelyezett húsalapanyagot vágunk vízszintes tengelyen elhelyezett függőleges irányban forgó vágó kések aprítanak és kevernek el.

A kutterezés fő műveletei:

- **Keverés:** $N < 60$ esetén a kések nem rendelkeznek akkora kerületi sebességgel, amely vágni tudna, így csak keveri az alapanyagot. Pl. Zala felvágott betéthúsainak bekeverése.
- **Előaprítás:** Gyors tányérfordulat kis késfordulat.
- **Főaprítás:** Lassú tányérfordulat nagy késfordulat.
- **Vákuumozás:** A kések által bevert-bekevert levegő eltávolítása.
- **Fellazítás:** Inert gázok N_2 , CO_2 , segítségével a túlságosan összetömörödött masszát ismét fellazítjuk.

- **Gombás ürítés:** A kuttertányér tartalmának kiürítése.

A kutterezés során az idő előrehaladtával a szemcseméret fokozatosan csökken. Ennek mértéke függ a késfordulatszámtól, a feltétben alkalmazott kések számától, az összes megtett tányérfordulattól, vagyis a kutterezési időtől. A kutterezés során jelentős mennyiségű levegőt "verünk be" a húsmasszába. Ez a levegő benyomulás habosodást idéz elő. Később ez két okból lesz káros:

1. A hőkezelésnél a légzárványokban levő levegő nagy belső nyomást ad, ami túl nagy feszültséget jelenthet a bélnek.
2. A hosszabb eltarthatóságú termékeknél pl. steril virsli, debreceni páros, top bélbe töltött termékek. A levegő oxigénje szín és ízváltozásokat idézhet elő.

A vákuumozást itt kell elvégezni, mert a töltőgépek vákuuma, csak a felületi légzárványokat tudja eltávolítani.

Meg kell különböztetni a vörösáru- és generálpép készítő és a szárazáru kutterek felépítését. Itt két fő különbség van:

1. A szárazáru kutterben a késfeltét felett nincs egy torlófallal ellátott szűk tér, mint a pépkészítő változatnál. Ha a torló fal benn van, akkor az aprított húsba többször belevág a késfeltét és a pépesedést hamar elérjük, míg ez egyáltalán nem cél a szemcsés szerkezetű szárazáruknál. A torlófal nélküli viszonylag nagy térbe az aprított anyag rögtön kifordul és csak egyszer vágunk bele a késsel egy fordulat alatt.
2. Szárazárugyártó kutter esetén a késfeltét ritkább pl. háromszög vagy 2x2 esetleg 2x3 elrendezésű.

14. táblázat: A szárazáru és vörösáru kutter különbségei

Jellemző	Szárazárunál	Vörösáruknál
A kutterkések száma	3-6	6-12
Késfordulatszám	Alacsonyabb	Magasabb
A torlófal a lepkében	nincs	van

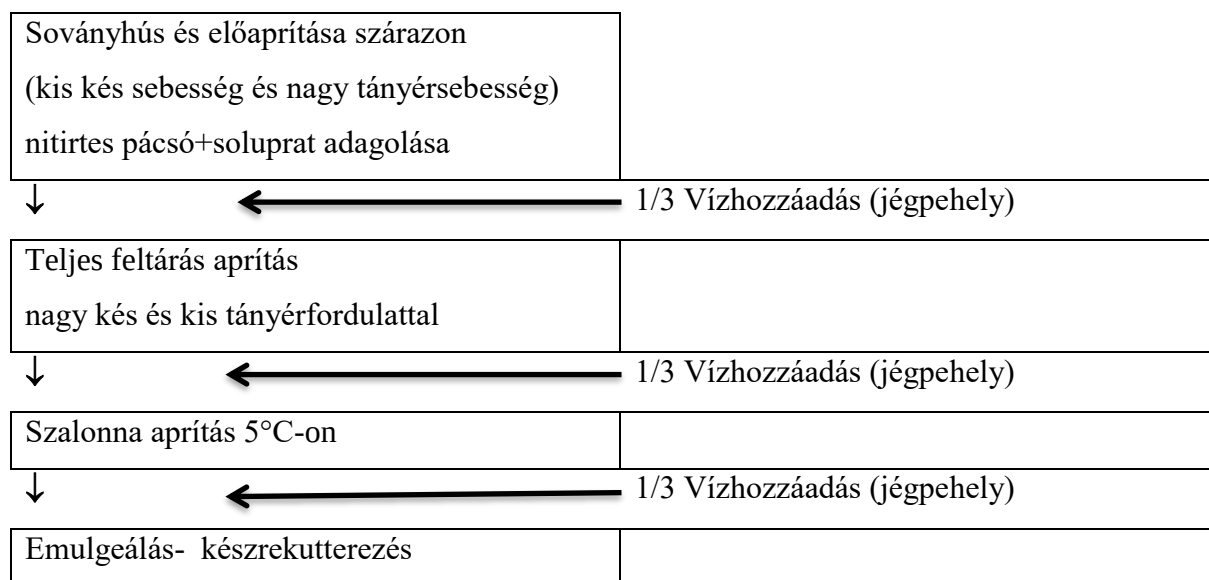
Kuttermelési eljárások

Egyfázisú pégyártás

- Összemérés receptúra szerint
- Aprítás :Ha nem teljes, kiegészíthető finomaprítással; Átfolyó kutternél intenzív előkeverés szükséges. Ez az eljárás csak nagy teljesítményű kutternél ajánlható, bár az aprítás igen intenzív és gyors, nem tudjuk kihasználni a fokozatos adagolásból adódó előnyöket.

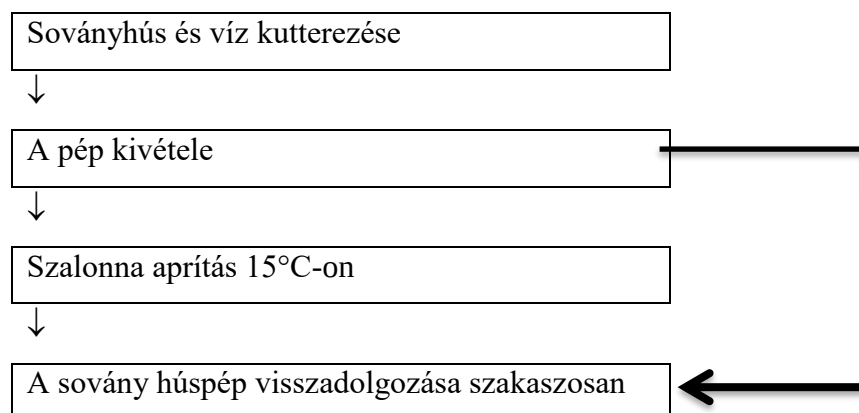
Szakaszos (kétfázisú) pégyártás)

Erős feltárás, de csak rövid ideig tarthat a súrlódás miatti hőfejlődés miatt. Ezért a hőmérsékletet az erősen előhűtött (fagyasztott) nyersanyaggal, jégpellyel szabályozzák, annak érdekében, hogy a későbbi hőkezelés hatására a zsír és zselékiválási hajlam ne legyen nagy. Ajánlott végső péphőmérséklet 12-14°C.



18. ábra: Kétfázisú (sovány) pégyártás menete

1. *Zsíros pép eljárás:* Jobb zsíraprítás érhető el. A zsíraprítás miatti hőfejlődés elkerüléséhez a következőképpen járunk el:



2. *Meleghúspép eljárás:* Lényegében ez is kétfázisú pépgyártás. Ebben az esetben vágásmeleg húst és nitrátos pácsó keveréket használunk fel. A húst darálás után pépesítjük el kutterben. A vízkötés ekkor a legjobb, és a só nagyobb koncentrációit tudjuk alkalmazni a vízkötés elősegítésére. Az 1/3 mennyiségű péphez a szalonnát csak másnap adjuk hozzá, majd a pép többi részével elhomogenizáljuk, azt és hozzáadjuk a szükséges sót és fűszereket.

3. *Felvágott/generálpép eljárás*

- A vörösarú péphez (1. és 2. eljárás) képest csak kb. 2/3-nyi vízmennyiséggel készítjük a felvágott/generál pép összetételét mutatja az alábbi táblázat. Az adalék fehérje ma 3 %.

4. *Szárazpép eljárás*

- Nyári turista felvágotthoz, félszárazárukhoz készítjük
- Tulajdonképpen a vörösarú péphez (1. és 2. eljárás) képest csak kb. 1/3-nyi vízmennyiséggel készítjük.

5. *Bőrke- és ínpép*

A csontozás során nemcsak színhús és szalonna, hanem kötőszövet is kitermelődik. Ezen túlmenően a kötőszövet elválasztására ínleválasztós darálók állnak rendelkezésre. Régebben a kötőszövet rontotta a termékminőséget, de ma már a nagy késsebességű kutterek és finomaprítók már képesek eldolgozni azokat.

6. *Előemulziós pépgyártás:* Az előemulziók készítésének egyrészt művelettani másrészt technológiai alapja van. A kapacitások növekedésével a kutterek egyre nagyobbá váltak ma már nagyüzemek részére az 500 liter kuttertányér űrtartalom elfogadott. Viszont az adalékfehérjék adagolási mennyisége 2-3 %-ban korlátozott, így egyre kisebb mennyiségű adalékfehérjét kell elkeverni egyre nagyobb térfogatban homogén módon. Viszont, ha az adalékfehérjét előzőleg

elkeverjük más összetevőkkel, akkor az elkeverési feladatot megkönnyítjük. Az előemulziós pépgyártás technológiai alapja az, hogy az adalékfehérjét vízzel és szalonnával (akár az ipari szalonnánál rosszabb minőségűvel is) speciális körülmények közt, aprítjuk és keverjük el kutterben, hogy a zsír-fehérje-víz láncolatokat minél nagyobb mértékben már előre kialakítsuk.

A víz vagy jégpohely alkalmazásának kérdései

A víz és a jégpohely is a visszahűtésre szolgál. A jégpohely annyiban jobb megoldás, hogy a hűtésre rendelkezésre áll a jég olvadáshője is. A hűtés így intenzívebb lehet, mialatt nem adunka készülő péphez túl sok vizet. A jégpohely gyártó egy vízszintes henger, amelyet belülről egy hűtőkörfolyamat révén 0°C alá hűtünk. A henger palástjának külső részére vizet folytatunk, amely kb. 2/3 fordulat alatt vékony jégréteggént a palástfelületre fagy. A 2/3-nyi fordulat után a jégpohelyt egy kés segítségével lepattintjuk a palástfelszínről és a jégpohely darabok a gyűjtőedényzetbe hullanak.

Kuttermelési segédanyagok

A kuttermelési segédanyagokat mindig azelőtt a művelet előtt adagoljuk, amikor éppen szükség lesz majd rájuk, hogy funkcionális tulajdonságaikat és feladataikat elvégezhessék

15. táblázat Kuttermelési segédanyagok és technológiai feladataik

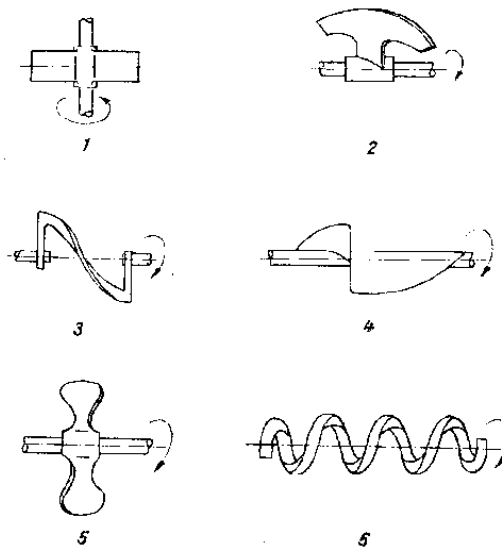
Adalékanyag	Feladat
Na-citrát	pH csökkentés, színekialakítás
Aszkorbinsav	pH csökkentés, színekialakítás, színmegtartás
Na-aszkorbát	ugyanaz, de jobban oldódik mint az aszkorbinsav pH csökkentés, színekialakítás, színmegtartás
Natriumpirofoszfát (Soluprat)	vízkötés
Adalék fehérjék (Na-kazeinát, Szójafehérje)	Fehérje pótlás, és zsír és vízkötés
Vérplazma	Fehérje helyettesítés töltelékes, árukban húskonzervekben, javítja a tápértéket, víztartó képességet, a termék külső meg-jelenését, szeletelhetőségi tulajdonságait.

2.6.5 Keverés

A cél, hogy a keverés során a mozaikképző komponensek ne kenődjenek és ne zúzódjanak, ezért a keverés anyagadagolási sorrendjét úgy határozzuk meg, hogy mindig a leginkább ellenálló vagy az igénybevétellel szemben indifferens anyagot adagoljuk először. Ez töltelékes áruk esetén tipikusan a következő:

1. húspép
2. fűszerek
3. marhahús
4. sertéshús
5. ipari szalonna

A keverés ideje kb. 3-5 perc. A gyakorlatban a keverés végét a fűszerek színének (pl. paprika piros színe) felvétele jelzi. Ekkor már nem lehet fűszercsomókat észlelni. Színadó fűszer hiányában a pirosas hús és a fehér szalonna elkeveredését figyeljük. Az aránylag melegebb pépbe hideg szemcsés anyag elkeverése a legideálisabb. A szalonnát csak a szalonna betétes felvágottak esetén hűtjük le. A fűszerek bekeverésekor ügyelni kell arra, hogy ne egy helyre öntsük be azokat, hanem szórjuk egyenletesen a keverendő anyagra, hogy a fűszercsomók hamar eltűnjenek.



20. ábra: Keverő elemek. 1. Lapkeverő, horgonykeverő, 2. Kislapátkás keverő 3. Z karos keverő, 4. Teli Z karos keverő, 5. Propelleres keverő, 6. Szalagkeverő

A keverés akkor a legegyszerűbb, amikor az alkotórészek egyforma mennyiségben vannak. A keverés során gondot jelent, ha méretben és sűrűségben nagy különbség van az alkotórészek között (pl. aszpikos termékeknél ülepedés, szegregálódás).

Nagy koncentráció különbség esetén a keverést több fokozatban kell végrehajtani. A keverés elősegítését jelenti, ha az összességében kis mennyiségben eloszlatandó anyagot (pl. adalékanyagot, amelyeket 0,05-4,00 %-ban kell elkeverni) előzetesen vízben feloldjuk, és úgy keverjük el, vagy pl. ún. elő-emulziót képzünk, mellyel bizonyos technológiai kötéseket is

létrehozunk, és így az adalékfehérjét akár 10-20X-os tömegben tudjuk eloszlatni. Ilyen esetben hasznos lehet egy kisebb és egy nagyobb befogadó méretű keverőre, kutterre. A kisebbben mindig az előkeverést, a nagyobbban a végső keverést végezzük.

2.6.6 Sók és fűszerek adagolása

Só: ásványi anyag, adagolása 1-2,5 %. (a nyers pácolt táruknál és szárazáruknál a vízvesztés miatt emelkedik fel 4-5 %-ra).

Mivel a túlzott mértékű sófogyasztás miatt a Na hozzájárulhat a magas vérnyomás kialakulásához, ezért un. csökkentett sótartalmú keverékeket is használhatunk. Az un. *sópótláskor*: A NaCl egy része helyettesíthető KCl-dal. A CaCl₂ és a MgCl₂ kicsit kesernyész ízt ad, ezért nem használják. Diétás készítményekben a NaCl helyettesítése KCl-dal maximum kb. 33 %-ig terjedhet észrevehető ízváltozás nélkül. A só felerősíti az ízeket, így a magasabb sótartalom az íz kialakításánál előnyös lehet. Viszont éppen emiatt a diétás készítményeknél teljesen más fűszerösszetételt kell kialakítani a kellő ízhatás érdekében. mennyiségi változtatás, hanem a fűszerek egymáshoz viszonyított arányának megváltoztatását is jelenti. A csökkentett só (nátrium) tartalmú termékekről akkor beszélhetünk, ha az eredeti termék sótartalmának a felét adjuk a termékhez. A szívbarát termékeknél a sótartalom nem haladhatja meg az 1%-os NaCl tartalmat.

Fűszerek növényi eredetű anyagok, nagy hatóanyag tartalmúak (ezrelék, tízezrelék mennyiségben is képesek íz, illetve hatást kiváltani. **Az íz kialakításán** túl hatást gyakorolnak az ember egészségi állapotára is. Elősegítik a nyálképződést, a gyomornedv kiválasztódását, és serkentik az anyagcsere-folyamatokat. Különösen serkentőek a bors, a paprika, a mustár és a gyömbér. Egyes fűszereknek gyógyhatásuk is van, pl. a kömény felfúvódásgátló, a fokhagyma vérnyomáscsökkentő, a kakukkfű görcsoldó és köhögéscsillapító, a majoranna gyomorerősítő és nyugtató, a petrezselyem vesetisztító, a rozmaryn epehajtó és idegnyugtató, a vöröshagyma vizelethajtó. A fűszerek illóolajtartalmának csíraölő hatása is van, ilyenek pl. a bazsalikomban, a fokhagymában, a szegfűszegben és a vöröshagymában található illóolajok. Ezáltal a fűszerek bizonyos mértékig javíthatják az élelmiszerek eltarthatóságát. Egy húsipari termékhez átlagosan 4 fűszert használnak fel. A leggyakoribbak: bors, piros paprika, fokhagyma, szegfűbors, szerecsendió, vöröshagyma, köménymag, majoranna.

Ma már a nagy fűszergyártó cégek kész keverékeket is kínálnak a vevő által megkívánt összetételben, sokszor az egyedi beszerzéssel szemben versenyképes áron. Ennek előnyei:

- Nem kell fűszer-előkészítéssel (darálás, kimérés) foglalkozni, ebből következően nincs anyagveszteség, porlási veszteség aroma veszteség, nem kell fizetni a fűszer-előkészítő dolgozót
- A fűszer-előkészítés műveletei egyformák, a kimérés fűszer összekeverés nagyon pontos, homogén, a keveréshez használt mennyiség van egy zacskóban, tasakban.

A legfontosabb húsipari fűszerek

Itt külön meg kell említeni a fűszeraromákat és kivonatokat. Ezekből, bár egyenletes koncentrációban be lehet keverni azokat. A forrópont elmélet alapján több kell, mint a natúr származékokból, ami gyakran ízhibákhoz vezet (kiérzik a mesterséges íz és aroma).

2.6.7 Töltés-Formázás-burkolás

Töltés: Olyan művelet, melynek során különböző berendezésekkel a húskészítmény megfelelőformájának/adagjának kialakítására természetes, vagy mesterséges burokba, formába juttatják a megfelelően előkészített összetevőket.

Formázás-Burkolás: olyan művelet, amelynek célja a töltelék formázása és védelmének biztosítása. A burkoláshoz felhasználhatók természetes belek, műbelek, továbbá mártómassza alapra felvitt (fűszer)bevonatok. Töltéskor leggyakrabban folyamatos töltőgépet alkalmaznak. A sonkák, pástétomok, húskenyerek formázására speciális főző- és sütőformák léteznek.

Belek előkészítése:

Természetes belek és burkolóanyagok:

Vékonybél: A gyomortól a vastagbélig terjedő, egyenletes átmérőjű bélszakasz.

Vastagbél: A vékonybélnél vastagabb, terjedelmes bélszakasz.

Hólyag: A kiválasztott vizeletet gyűjtő izmos zsák.

Sertésgyomor Vakbél Torok

Természetes belek előkészítése töltéshez

- A só lerázása a bélről
- Beáztatás kézmeleg vízben
- Feldörzsölés, esetleges méretre vágás
- Töltőcsőre felhúzás

Mesterséges belek:

Csak előáztatást igényelnek, amit a gyártó utasításai szerint, rendszerint kéz-meleg vízben kb. 20 percig végzünk. A túl rövid feláztatásnál a bél nem lesz elég rugalmas, túl hosszú áztatásnál

a bél veszít szilárdsági mutatóiból. Régebben a beleket méretre kellett vágni. Ma már kapható eleve méretre vágott bél is, illetve a méretre vágást a klipszelő berendezés végzi el. Újabban vannak kondicionált belek is, amelyeket vízgőz át nem eresztő csomagolásban megfelelő nedvességtartalomra beállítva szállítanak le. Ezeket a beleket nem kell előre beáztatni, és a csomagolást is csak közvetlen a töltés előtt szabad felbontani.

A töltés befejező művelete a botraszedés és keretre rakás: Itt arra kell ügyelni, hogy a rudak ne érjenek össze. Ezt a botokon kis hornyok képzésével megkönnyíthetjük. A jó füstölés érdekében a füstölés előtt a lehető legjobban száradjanak le a rudak.

2.6.8 Sózás és pácolás

Sózás és pácolás célja

Sózás esetén a cél csak tartósítás, ha csak szalonnáról van szó, míg pácolásnál a tartósítás, színekalkítás aromakialakítás a cél, amikor húsról vagy húsos szalonnáról van szó

Pácolás A húskészítményt tartósítás, íz- és színekalkítás céljából étkezési sót, nitríteket és/vagy nitrátokat és más összeteviket tartalmazó oldatba merítik, vagy felületüket ezen anyagok keverékével bedörzsölik és páccérettségig érlelik.

Gyorspácolás A húskészítmény egyes alapanyagaiba íz- és színekalkítás céljából étkezési sót, nitríteket és/vagy nitrátokat, és más összeteviket tartalmazó páclevet injektálnak és/vagy vákuum alatt vagy anélkül a szöveti részekbe juttatnak

Sózás: A húskészítmény, vagy összetevői tartósítási, állomány és ízalkatási módja, mely lehet száraz és nedves.

a) Száraz sózás A hús és/vagy szalonna összetevői sózóedényben, finom étkezési sóval való behintése, bedörzsölése.

b) Nedves sózás A félkész húskészítmény, vagy összetevői meghatározott időtartamra sóoldatba való helyezése.

A sózás NaCl-ot, míg a pácoláshoz nitrites pácsót használunk fel. A pácsó keverékek összetétele a Táblázatban látható.

Együtt ne használjuk a nitrátos és nitrites pácsót, mert a bakteriális lebomlást és a nem bakteriális lebomlást nem tudjuk kellő mértékben szabályozni, és könnyen túlélhetjük a megengedett maradék nitrít tartalmat.

16. táblázat: A pácsó fajták összetétele

Pácsó fajta	NaCl tartalom	NaNO ₂ vagy NaNO ₃ tartalom
Nitrites pácsó	99,6 %	0,4 %
Nitrátos pácsó	97,5 %	2,5 %

A só/pácsó húsba bejuttatásának többféle mód létezik:

- Száraz pácolás: Száraz bedörzsölés, majd tárolás
- Nedves pácolás:
- pácsó oldatba merítés
- Érbefecskendezés
- A páclé az egyes húsrészekhez az ér kapillárisokon keresztül jut el.
- A só és pácszerek gyors és egyenletes eloszlása valósul meg.
- Csak csontos lapocka és comb esetén alkalmazható. Lapockánál a váll és felkarcsont izesülésénél levő főverőérbe, a combnál a szűzpecsenye végén levő fő érbe fecskendezzük be a páclevet. Ekkor a szűzpecsenye feje fennmarad a combon, az ért nem sértjük meg, máskülönben nehéz megtalálni.
- Tompavégű páctűvel max 2,5 bar nyomással súlyellenőrzés mellett végezzük.
- Egy tűs pácolás:
- Többtűs pácolás: Páclé bejuttatás a szélesség irányában 2,5 cm-enként, hossz irányban a szalag továbbítás és a szűrési ütem függvényében
- Tumblerezés és masszírozás: A páclét a súrlódás és a mechanika erők hatására juttatjuk be. A húsdarabok mérete itt jóval kisebb, mint amit a hagyományos pácba felvágásnál kapunk (tenyérnyi), és ezeket a húsokat
- A páclét a súrlódás és a mechanika erők hatására juttatjuk be.

A pácoláshoz használt adalékanyagok és hatásuk

Só hatása: A só általi vízelvonás hatására a mikroorganizmusok egyre kevésbé tudják életműködési folyamataikat fenntartani. Viszont a teljes baktérium pusztításhoz szükséges koncentráció messze túl van az érzékszervileg elviselhető határon. A fogyasztásra kerülő pácolt termékek közül csak a nyers pácolt áruknál közelítjük meg a min 5 % pusztító hatást, a szokásos 1,5-2,5 % NaCl termék sókoncentráció csak növekedés gátló, de nem pusztító hatású. A só a többi pácolási segédanyaggal viszont szinergens hatású (pl. Na-nitrittel).

Na-nitrát: Ebben a formában nincs semmilyen technológiai hatása. A nitrát bizonyos mikroorganizmusok számára oxigén forrás. Ehhez a nitrátredukáló baktériumok nitríté redukálják. Ezek a baktériumok benne vannak az un. pácflórában. A tulajdonképpeni lebontás a nitrátredukáló baktériumok által termelt nitrát reduktáz. A nitrit gátló hatása pH csökkenéssel és a sókoncentrációval növelhető. Sok esetben egyéb tartósító eljárással egészítik ki (füstölés, főzés).

Pácaroma: Baktériumok által termelt aroma anyagok alkotják. Csak a nitrátos vagy hosszú nitrites pácolási eljárással kapott termékeknél lehet szó erről.

Starterkultúrák: A pácolásnál színtenyészeteket vagy vegyes tenyészeteket használnak fel a hibás gyártások megszüntetésére. Ezek egy része nitrát redukáló, másik része cukorból savat képez. Megfelelő hatás eléréséhez megfelelő körülményeket kell biztosítani. Megváltoztathatják az eredeti aromát is.

Foszfátok: Segítenek a vízkötésben, max 0,4-0,5 %-ban lehet a végtermékben. Az engedélyezés és az alkalmazási határérték országonként változik.

Aszorbinsav: Erős redukáló szer, amely nagyon segít a nitrit lebontásában és felgyorsítja az átpirosodást, valamint antioxidáns hatásánál fogva javítja a színtartást. Adagolási mennyiség: 20-50 g/100 kg massa. A Na-aszorbát hasonló hatású, de vízben jobban oldódik. A molekula tömeg arányok 100:88. Az eritorbát sav (D-izoaszorbinsav) vagy Na-eritorbát alkalmazása külön engedélyekhez kötött.

Cukor: A redukáló hatás nem jelentős, hanem a mikroorganizmusok tápközegeként jelentősek. A cukrok közül a számunkra előnyös mikroflóra szerint kell kiválasztanunk a megfelelőeket.

A leginkább alkalmazottak: Glükóz (szőlőcukor)

Szacharóz (répacukor)

Keményítőszirup

A keményítőszirup lebomlása lassabb, így elkerüljük a túl gyors pH csökkenést. A laktóz nem alkalmas, mert sok nem kívánt mikroorganizmus fejlődését segítheti elő.

2.6.9 Füstölés

A füstölés céljai:

1. Aroma kialakítás
2. Tartósítás: felületi baktérium szám csökkentésével + a felület leszáritásával + a füst fenol és krezol származékai által
3. Szín kialakítás
4. Védelem az oxidációtól

5. A pácszín rögzítés forró füstölésnél

Füstölés és a füstölt íz kialakítása

Füstölés: Olyan művelet, amelynek célja az előállított füsttel a húskészítmények füstölt ízének és színének kialakítása, az eltarthatóság növelése, a termék jellegének kialakítása. A füst előállítása történhet keményfa közvetlen elégetésével vagy füstaromából annak regenerálásával.

Füst ízesítés Olyan művelet, melyben a vonatkozó rendelkezéseknek megfelelő füstaromát a húskészítménybe juttatják (bekeverés, injektálás stb.)

Lángolás: A húskészítmény felületének nyílt lánggal való kezelése, vagy forró füstölése.

A füst forrásától függően lehet hagyományos füstölés, füstoldatos kezelés, de alkalmazhatnak füstaromákat is.

A jegyzett históriától kezdve említenek füstölést a történelmi források. Ez a művelet szorosan kötődik a pácoláshoz és sok esetben a hőkezeléshez (pácolt forró füstölt termékek). Ennek a technológiai műveletnek fő célja a tartósítás. A hűtés fejlődésével kicsit csökkent a jelentősége, de azért még mindig jelentős az enyhén füstölt termékeknel a speciális aroma kialakítású termékeknel.

A füst előállítása: A füst a fa tökéletlen égésekor keletkező összetett rendszer. A cellulóz D-glükóz és nyílt láncú poliszacharidból alifás alkoholok, aldehidek, ketonok, szerves savak, a ligninből aromás aldehidek stb. keletkeznek. Gázkromatográffal 250-300 vegyületet mutattak ki a füstben. A füstben főleg a ligninből keletkező fenol és krezol származékok adnak csíraölő hatást. Ezek az anyagok behatolnak az áteresztő műbélén, és a felület alatt is csírátlantanak.

Füstölésre a lomblevelű nemes fákat használjuk: bükk, tölgy, cser, éger, szil. A tűlevelűek gyantásak, kormozó füstöt + intenzív illatot adnak, pl. akác savanykás illat, fűzfa savanyú szag.

A jó füstöléshez az égés feltételeinek megvizsgálásával juthatunk el. Az égéshez kell:

- Éghető anyag: ez esetben a fa
- O₂ a levegőből
- gyulladási hőmérséklet: fekete izzás vagy az alatti hőmérséklet, efelett hőmérsékleten benzpirén, policiklikus aromás vegyületek keletkeznek, amelyek rákkeltők. 300-400-450°C-ig nem keletkezik benzpirén.

17. táblázat: A füstölési módok felosztása:

Füstölési jellemző	Hideg	Meleg	Forró
Hőmérséklet	<20°C	50-60°C	80-100°C

Időtartam	ideje napokban mért	ideje órákban mért max 3-4	ideje percben mért kb. 50-60 perc
Alkalmazás	Szárazárukhoz és szalonnafélékhez	Színkialakításra, utólagos színcorrekcióra alkalmazzuk	Töltelékes árukhoz

A forró füstölés

Tartósító hatása több úton érvényesül, amelyből az első kettő a számottevőbb:

- a hő miatt
- felület leszáradás révén
- füstanyagok megtapadása útján

A forró füstölés színkialakító hatású is, melanoid színezékek és nitrozó miokromogén keletkezik.

A füstnek a felületre lerakódását befolyásoló tényezők:

- *A füst sűrűsége:* minél sűrűbb annál több füst tud lerakódni
- *Légsebesség:* Ha növeljük több füstanyag kerül be a füstölőbe, de friss levegő bekeverés esetén hígulhat a füst koncentráció.
- *Páratartalom:* Ha a relatív páratartalom nő több füst rakódik le, de a színkialakulás nem lesz olyan jó, fakó színt kapunk.
- *Felület nagysága*
- A forró füstölés végére a termék maghőmérséklete kb. 50°C-ot ér el.

2.7 Ellenőrző kérdések

1. Csoportosítsa a húsipari nyersanyagokat hőállapotuk szerint!
2. Hogyan csoportosítjuk a sertés- és marhahúsokat konyatechnikai szempontból?
3. Sorolja fel az ehető belsőségeket, zsigereket!
4. Hogyan csoportosítjuk a húsipari nyersanyagokat technológiai cél szerint?
5. Melyek a kutterezés fő műveletei?
6. Milyen füstölési módokat ismer? Jellemezze azokat!

3. A HÚSOK HÚTÉSE ÉS HŐKEZELÉSE

A hűtés céljai:

- A hús hőmérsékletének csökkentése
- A kémiai és enzimatis reakciók lassítása illetve leállításának biztosítása

- Vízvesztés révén az enzimaktivitás és a mikrobiális növekedés csökkentése
- A pH érték csökkentése
- Puffer képzése és tartása az ingadozó termelés és kereskedelmi megrendelések kiegyenlítésére hűtéssel a hús frissességének megtartását érjük el.

3.1 Hűtési módok

3.1.1 A hagyományos (lassú) hűtés

A hagyományos hűtés lépései:

1. A hús néhány órára köztes térben környezeti hőmérsékleten marad és párolog egyidejű hőmérséklet csökkenés mellett.

Előnyei:

- A hullamerevség feloldódása és a hús érési folyamatainak beindulása,
 - A húsfülledés elkerülése a hangsúlyosan lassú lehűléssel
 - A húsfelület leszáradása
 - A hűtőtér tehermentesítése a testhőmérséklet csökkentésével
2. Előhűtő: 6-8°C és 80-85 % relatív páratartalom, 1 m/s légsebesség 15°C-ig hűtés és
3. Hűtés: Hűtés a kívánt végső hőmérsékletig 15-25 légsere/h mellett. A hűtés időtartama összesen kb. 3-4 nap

A hagyományos hűtés hátrányai:

- Nem korlátozza le a felületi csíraszámot
- Nem gátolja meg a baktériumszám növekedést hőmérséklet csökkenéssel
- A káló nagy
- Sok az anyagmozgatás a szakaszok között

A hagyományos hűtés esetén a hűtőtermekben a sertés féltestek között csak kis légsebesség uralkodik. 15°C elérése rövid időn belül szinte lehetetlen ilyen légsebesség mellett. A test legnagyobb tömegű és méretű részénél, a sonkánál, nem lehetett az 5 órás időt tartani, sőt az még 20°C felett maradt (Lőrincz és Lencsepeti 1973). Szerintük a sonkára a fenti határérték csak -3°C körüli hőmérsékleten hűthető le 10-12 óra alatt 15°C maghőmérsékletre. A nehéz féltestek esetén 0-4°C térhőmérséklet mellett nem tudjuk elérni a 4°C-os maghőmérsékletet 24 óra alatt.

3.1.2 Gyors hűtés

Gyorshűtés a hagyományos (lassú) hűtéshez képest a következő előnyöket nyújtja:

- Kevesebb káló
- Hosszabb minőségmegtartás
- Kevesebb anyagmozgatás a konvejoros megoldás révén
- Csíraszám nem növekszik a hűtési folyamat során az azonnali gyors hőmérséklet-csökkenésnek köszönhetően
- A beltartalmi anyagok lebomlása lassabb.
- A hús külleme és konzisztenciája jobb

A hűlés elősegítésére szokás a nagytömegű izmok (comb, lapocka) felvágása (megnyitás vagy leeresztés), amellyel a magtávolság (a felület és a legbelső pont közti távolság) felére csökken, így a hűtési idő a hasonlósági törvényalapján kb. a negyedére fog csökkenni.

10. táblázat: A gyorsítás alkalmazott paraméterei

Jellemző	Paraméter értékek	
	Intenzív hűtési szakasz	Utóhűtési szakasz
Időtartam	2 óra	12-14 óra
Levegőhőmérséklet	-8°C	0 ÷ -1°C
Légsebesség sonkamagasságban	2-3 m/s	0,1-0,2 m/s

Az újabban szokásos gyorsítási, sokkoló-gyorsítási és ultragyors hűtési eljárások paramétereit a 11. Táblázat tartalmazza.

11. táblázat: Gyors hűtési eljárások általános paraméterei

Eljárás	Hőmérséklet [°C]	Páratartalom [%]	Légsebesség [m/s]	Idő [h]	Tömegveszteség [%]
Gyorsítás					
Sertés	-1 - +1	85-90	1-4	15-18	1,8
Szarvasmarha	-1 - +1	85-90	1-4	24-36	1,6
Sokkoló gyorsítás					
Sertés	-5 - -8	90	1-4	2	
kiegyenlítő hűtés	0 - ±1	90	0,1-0,3	12-13	1,3
Szarvasmarha	-5	90	1-4	2	
kiegyenlítő hűtés	0	90	0,1-0,3	16-22	1,3
Ultragyors hűtés					
Sertés	-20 - -30	100	2-4	1-1,4	
Kiegyenlítő hűtés	+5	85-100	0,2	11-13	0,9

3.2 A hús hűtése közben lejátszódó változások

Fizikai változások: A hús fizikai változása egyrészt annak tömegét, másrészt annak érzékszervi tulajdonságait érinti. Az állomány tömörebb lesz, a mi részben a hullamerevségnek, és a hidegrövidülésnek tudható be. A szín sötétebbé, barnás színűvé válik.

A hűlési vagy vízveszteség (káló) gazdaságilag az egyik legfontosabb hűtési tényező. Ennek mértékét egyrészt a felület nagysága, a terem páratartalma és a légsebesség határozza meg. A magas hőmérséklet és légsebesség, valamint a relatív páratartalom növeli a hűlési veszteséget.

A lehűtés idejének rövidítése, lásd gyorshűtés, a nagy légsebesség ellenére nem növeli, sőt akár csökkentheti is a tömegveszteség értékét.

Hidegrövidülés: A hidegrövidülés bár fizikai jelenség, de okai biokémiai eredetűek. A hullamerevség nemcsak az izomzat összehúzódását jelenti. Ha túl gyorsan hűtjük le a szarvasmarha és juh húsát 14°C-ra, egy megfordíthatatlan összehúzódás megy végbe, ez a cold shortening= Kältekontraktion= Hideg rövidülés). Ez a húst keménnyé és rágóssá teszi. A hidegrövidülés annál nagyobb mértékű minél jobban megközelíti a hús hőmérséklete a fagyáspontot a post mortem változások korai fázisában. A mélyizomzat később hűl le, így kevésbé fog rövidülni mint a felületiek. A fehér izmok kevésbé rövidülnek mint a vörös izmok. Ha a vágás után a test hőmérséklete gyorsan csökken, a Ca-ion koncentráció a szarkoplazmában gyorsan növekszik. Pl. A korai post mortem szakaszban a hőmérséklet 15°C-ról 0°C-ra csökkenése esetén a Ca-ion koncentráció a miofibrillum környezetében 30-40-szeresére növekszik. Az összehúzó aktomiozin-ATP-áz aktiválódik, de nem lép fel rövidülés, ha az izom oxigén ellátás megfelelő. Tételezzük fel, hogy anaerob post mortem körülmények közt a Ca-ionok a mitokondriumból a szarkoplazmába vándorolnak, és a Ca-ionok 14°C alatt nem távolíthatók el a szarkoplazmából. A vöröshúsok azért hajlamosabbak a hidegrövidülésre, mert több mitokondriumot tartalmaznak.

A hidegrövidülés megakadályozásának lehetőségei és jellemzői:

1. A 14°C-ot csak azután lépjük át a hűtésnél, amikor elértük a hullamerevséget, végül a húst hűthetjük gyorsan.
 - A lassú hűtési szakaszban megfelelő relatív légnedvességről kell gondoskodni a felületi romlások elkerülése érdekében
 - A vastagabb húsrészek túl lassú hűlését leeresztéssel gyorsíthatjuk fel.
 - A test melegcsontozásánál és a húsok végső hűtésénél a hidegrövidülés veszélye nagyon nagy, ezért szabályozott hűtésre van szükség
2. A test felfüggesztés a medencén, és nem az Achilles ínban
 - Más az alapfeszítettsége az izmoknak.
 - Nagy munkaigény az átakasztásnál
3. Elektrostimulálás

Hullamerevség: A frissen levágott állattestben a fenti folyamatok és a véráram megszűnése miatti anyagcsere zavar a jellemző. Az izomnak saját nyugalmi tartása van, a spontán izom-

összehúzódások kicsik, és csak helyileg lépnek fel. A biokémiai folyamatokat az ATP bomlás és egy ideig az ATP reszintetizálódás jellemzi. Mivel az anaerob körülmények uralkodnak a tejsav felgyülemlik az izomszövetben, ami pH csökkenést eredményez. Ez a troponin-I komponenst bizonyos inaktiválódását eredményezi, miáltal a miozin-ATP-áz aktivitás növekszik, és az ATP lebomlás felgyorsul. Ha van elegendő glikogén és KP tartalék, hosszabb időn keresztül elegendő ATP képződhet. Ezenkívül az ATP reszintetáz enzim is működhet, de ez csak addig, amíg az izomban az adenilkináz aktivált formában van jelen. A glikogén és a KP készletek kimerülése után az ATP gyorsan lebomlik, és ezáltal a puhító hatás megszűnik. Az izom elveszti rugalmasságát, a nyújthatósága a normál érték 5-10 %-ra csökken. Ez a RIGOR MORTIS vagy HULLAMEREVSÉG. Az ATP lebomlás következtében az aktin és a miozin fehérjék összezsúsznak és keresztkötéseket képeznek. A fehérje láncok kölcsönös eltolódás gátlódik.

3.3 Hűtött termékek tárolása

A lehűtött terméket el is kell tudni tartani. A lehűtött termék hetekben mérhető eltarthatóság növekedéssel bír. Az eltarthatóságot befolyásoló fő tényezőkkel illetve azok kombinálásával az eltarthatósági idő növelését tudjuk elérni adott hőmérsékleten. Ezek a tényezők a következők:

Vízaktivitás	pH érték
sótartalom	pácolás
füstölés	hőkezelés
hermetikus csomagolás	relatív légnedvesség vízgőzáteresztő csomagolásnál

Az eltarthatóság döntő tényezői:

- * a tárolási hőmérséklet
- * a hűtőlánc teljes megléte: Amikor elkerülhetetlen a hőmérsékletemelkedés pl. csontozás, amilyen rövid idő alatt csak lehet végezzük el.
- * a húsok alacsony csíraszama
- * higiénia és csíraszám csökkentő intézkedések megtétele a feldolgozás alatt
- * tároljuk külön az eltérő eltarthatóságú és különböző tárolást igénylő termékeket
- * tároljuk külön a félkész termékeket
- * a hűtőberendezések állandó üzemképességének biztosítása
- * páralecsapódás meggátlása a terméken

Hideg termék betárolása "melegebb" helyre ahol a betárolt termék hőmérséklete és a terem páratartalmának metszéspontja az alábbi grafikon által megadott érték felett van.
deresedés meggátlása az elpárologtatón

Ne legyen nagy légmozgás a termekben Légzsákos hűtőlevegő elosztatás, hogy ne érezzünk nagy huzatot.

Nyitott hűtőpultok, hűtővitrinek Ellenőrizni kell, hogy a max 6°C-ot tartjuk-e, nincs-e olyan termék, amelyet alacsonyabb értéken kell tartani.

3.4 Hűtés alatti elváltozások

Csomagolatlan termékek

Hűtési vesztesége tárolási időtől függően 1-3 %

El kell kerülni a túl száraz levegőben végzett sok légcserés tárolást

A felület bizonyos mértékű leszárítása viszont bakteriológiai szempontból előnyös

Színváltozások

A felületi leszáradás következménye a lesötétedés (sötét piros-sötétbarnás piros)

Az elszürkülés és elzöldülés mikrobiológiai problémákra utalnak

Barna elszíneződés tapasztalható, ha a CO₂ cc. 20% felett van. Hosszabb, CO₂ -ban gazdag közegben tárolás során 40-50 nap után avasodási jelenségek lépnek fel.

Csomagolt termékek

A vízgőzt át nem eresztő fóliák a hűtési veszteséget meggátolják

A vákum alkalmazásával az aerob mikroorganizmusokat kizárjuk, de az anaerob hidegtűrő baktériumok tudnak szaporodni.

Szag és színváltozások felléphetnek hibás és túl hosszú idejű hűtőtárolásnál.

3.5 A hús fagyasztása

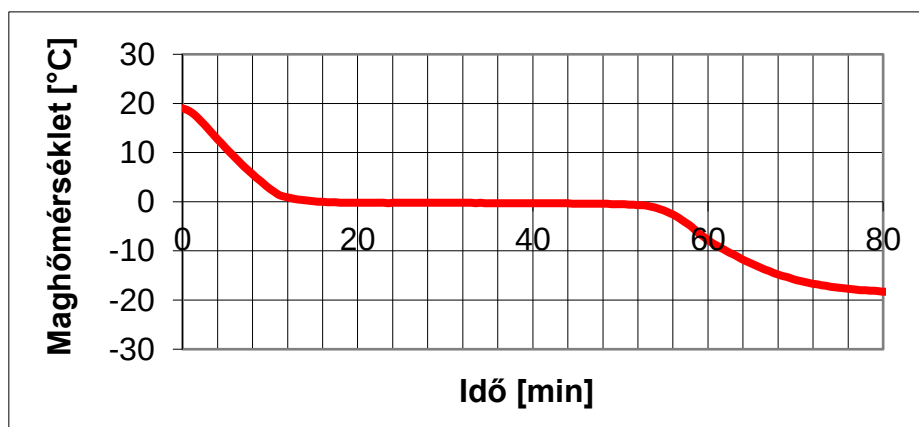
3.5.1 A fagyasztás célja, definíciója

A fagyasztás célja elsősorban a hús vagy hústermékek eltarthatóságának további és hosszabb távú növelése. A Magyar Élelmiszerkönyv szerint a fagyasztás olyan művelet, melynek során a termék minden pontjának hőmérséklete -12 °C, vagy annál kisebb lesz.

3.5.2 A fagyasztás gyakorlati kivitelezése

A fagyasztás szakaszait a maghőmérsékleti görbe alapján tudjuk megállapítani. 3 szakaszt különböztetünk meg. A kezdeti szakasz az ún. előhűtési szakasz, amely a kezdeti fagyáspont eléréséig tart. Ez az első inflexiós pont a fagyási görbén. Előfordulhat kismértékű túlhűlés is, amikor a termék hőmérséklete kismértékben a kezdeti fagyáspont alá csökken, ami azután rövid időn belül a fagyáspontig emelkedik. Hogy a lefagyasztó berendezés kapacitását minél jobban

kihasználhassuk, alapvető szabály, hogy a kezdeti fagyáspontot a megelőző hűtés során minél jobban megközelítsük. A második szakasz a kifagyási szakasz, ez alatt a folyamatos vízkifagyás miatt a visszamaradó anyag egyre nagyobb koncentrációkat ér el, és emiatt a moláris fagyáspont csökkenés elve alapján folyamatosan, bár kismértékben, de a fagyáspont értéke változik ellentétben a vízzel. A kifagyási szakasz a fagyási görbe 2. inflexiós pontjáig tart. A harmadik szakasz az utóhűlés vagy utófagyás szakasza, amelyet -18°C eléréséig végzünk, kifagyasztható víz maradék mintegy 10%-ának további kifagyasztása már nem járna sem minőségi sem eltarthatósági előnyökkel. Így tehát mindig marad ki nem fagyott víz a termékben.



Előhűtés

Kifagyás

Utó(hűlés)fagyás

16. ábra: A fagyasztás szakaszai

A fagyasztási művelet legfontosabb része a kifagyási szakasz. Ezt kell minél gyorsabban véghez vinni, hogy nagyszámú és kisméretű jégkristályok keletkezzenek, amelyek a szöveti szerkezetet kevésbé sértik fel, így a felengedtetés után legkevesebb lesz a csepegési veszteség(drip).

A gyakorlatban a gyors fagyasztásra törekszünk, mert ez esetben a jégkristályok képződésekor a kristály gócek számának növekedése lesz a domináns és a kristálynövekedés kisebb mértékű lesz. A lassú fagyasztásnál ez a tendencia éppen fordított, amely esetén a keletkező nagy kristályok szétfeszítik a sejt- és szöveti hárttyákat. Ez vezet egyrészt a felengedtetés utáni ún. csepegési veszteséghez.

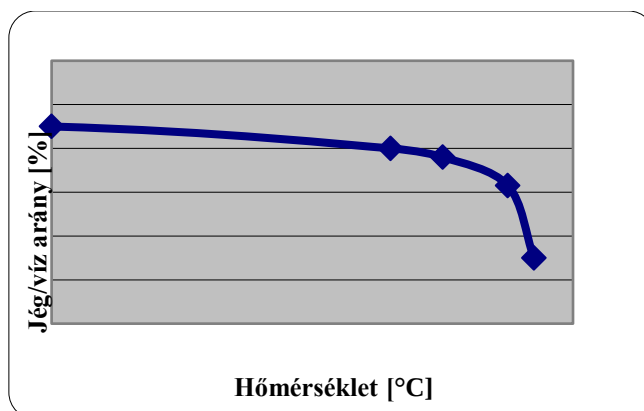
A felületi hőátadási tényező növelésével a fagyasztás elején gyors a hőelvonás, de később egyfajta szigetelő hatás érvényesül. Közepes felületi hőátadási tényező esetén a fagyási sebesség kevésbé csökken. Ezért jobb, ha a rétegvastagságot csökkentjük a légsebesség növelése helyett. A fagyasztás utáni felengedtetés során fellépő csepegési veszteségnek még további oka lehet a fagyasztva tárolása alatti hőmérséklet fluktuáció. Ez ered egyrészt a fagyasztva tároló terem hőmérséklet szabályozásából, másrészt a tárolás alatt végzett ajtó

nyítások számától idejétől esetleges rakodási munkáktól. Ekkor a bár csak kismértékű hőmérsékletváltozások történnek a jégkristályok felolvadásával nő a víz mennyisége, de az újabb hőmérsékletcsökkenés hatására az előzőleg felolvadt jég vize a már meglévő jégkristályokra fagy ki újra, tehát a kristálynövekedés irányába hat, így olyan hatást érünk el, mintha lassú fagyasztást végeztünk volna. A fagyasztott hús gyengébb vízkötő képességének (a egységnyi mennyiségű hús mennyi vizet képes felvenni) és víztartó képességének (egységnyi termék mennyi vizet veszít a további feldolgozás [főleg hőkezelés] során) csökkenése az un. kolloid irreverzibilitásra vezethető vissza. Ez azt jelenti, hogy a jégkristályok létrejöttével a visszamaradó vízben egyre nagyobb lesz az oldott anyag koncentráció, ami a fehérjéket kicsaphatja

3.5.3 A fagyasztás mikrobiológiai aspektusai

Meg kell említeni, hogy a mikroorganizmusok $-10 \div -12^{\circ}\text{C}$ körül szinte teljesen beszüntetik életműködéseiket. Ezen hőmérsékleten túl csak a leghidegtűrőbb mikroorganizmusok képesek, azok is erőteljesen lecsökkent mértékben, életműködéseket folytatni. Sajnos a felengedtetés hatására a baktériumok újra életre kelhetnek, és nagymértékben elszaporodhatnak. Ezért, ha egy fagyasztott húst felengedtetünk, akkor azt fel is kell dolgozni, visszafagyasztani élelmiszerbiztonsági szempontok miatt tilos!

A fagyasztás során nincs állandó fagyáspont mert a moláris fagyáspont csökkenés elmélete alapján a víz kifagyása révén egyre alacsonyabb lesz a termék fagyáspontja. Az utóhűtést kb. -18°C -ig végezzük. Ekkor már a kifagyasztható víz 90 %-a már jéggé vált. A maradék 10 %-ot csak nagyon nagy ráfordítások árán lehetne kifagyasztani. Ennél nagyobb vízkifagyasztásra nem törekszünk, mert sem minőségileg, sem eltarthatóságban nem hoz számunkra előnyöket. Így mindig marad valamennyi ki nem fagyott víz a húsokban.



17. ábra: A kifagyott víz mennyisége a hőmérséklet függvényében

3.6 Hűtőtárolás

A hűtőtárolás hőmérséklet legalább -18°C az iparban. A háztartásokban a fagyasztóládák esetén ügyelni kell az ún. „csillag jelölésre”. Az * = -6°C , a ** = -12°C , a *** = -18°C tárolási hőmérsékletet jelent (ma már inkább csak elvétve találni ** csillagos hűtőszekrényt) Ezekhez megfelelően kb. 1 hónapos, 6 hónapos illetve 1 éves eltarthatóság tartozik húsféléknél. Ezután mindenképpen olyan érzékszervi elváltozások játszódnak le, amelyek egyre élvezetlenebbé teszik a terméket. A tárolhatóság megítélésénél különböző fogalmakat használunk:

Gyakorlati tárolhatósági időtartam: a fagyasztás utáni tárolás azon időtartama, amely alatt az eredetileg kiváló minőségű termék érzékszervi tulajdonságai alapján alkalmas marad a fogyasztásra vagy tovább feldolgozásra.

Hőmérsékleti hányados: Egy nagyobb és kisebb hőmérsékleten megadott minőségi jellemzőváltozás sebességének aránya hőmérséklet illetve idő szerint. Ennél a 10°C hőmérséklet különbséget használjuk és azt Q_{10} -zel jelöljük

„TTT” tényező: Ez az idő-hőmérséklet tűréshatár, amely jelzi az érzékszervi elváltozás felléptét adott idő-hőmérséklet párokra.

A hűtés és a fagyasztás során ki kell emelni a hűtőlánc teljes meglétének szükségességét a feldolgozástól egészen a fogyasztóig. A hűtőlánc megszakadása esetén a termék károsodik, illetve általában a termékbiztonság csökken.

A fagyasztási módszerekkel szembeni elvárások

1. A hűtő közeg nem gyakorolhat befolyást a fagyasztott termékre
2. A hőt lehetőleg minden oldalról egyszerre vonjuk el
3. Fagyási sebesség lehetőleg gyors legyen
4. Gazdaságos, egyszerű üzembiztos berendezésekkel.

A fagyasztás gazdaságossága főleg a mai ingadozó piaci viszonyok közepette nagy jelentősége van Ennek fő tényezői:

1. Berendezés beruházási költségei
2. Üzemelési költségei
3. A hús minőségcsökkenéséből eredő költségek
4. Mennyi időre fagyasztottuk le a húst

5.

12. táblázat: A fagyasztási módok jellemzői

Fagyasztási mód	Jellemzők	Előnyök és hátrányok
Fagyasztás hideg légáramban	-30 ÷ -40°C levegő hőmérséklet -18 - -26°C (a nagyobb a jobb) máglyázás-rakoncák, raklapok alkalmazása Natúr féltesteken, negyed marhákon, A vágott testekkel szemben hatékonyabb a húsrészek fagyasztása	A legelterjedtebb, bár a felületi hőátadási tényező értéke itt a legkisebb) 7,5 m/s felett már nem csökken lényegesen a fagyasztási idő, az optimum 4-5 m/s ne legyen vastag, mert hatványozottan nő a fagyasztási idő
Fagyasztás sólében	A levegőnél 6-10x nagyobb hőátadás nincs súlyvesztés Indirekt sólé: vékony hústömbök fagyasztásához más hűtőközeg is szóba jöhet.	-21,2°C a max elérhető hőmérséklet nincs ízváltozás, de elbarnul
Tömbfagyasztó: fémlapok közötti fagyasztás	-40-45°C a lemezhőmérséklet ma már automata tömörítővel látják el	25 mm vastagságnál 1 óra 50 mm vastagságnál 3 óra
Folyékony nitrogén széndioxid és más inert gázos fagyasztás	Alacsony hőmérsékleten gyorsan tud hőt elvonni	Nincs mozgó, mechanikus alkatrész nem kell külső energiaforrás azonos hőfok mindenütt Kiszorítja az oxigént-nincs színváltozás Minimális "szabad" légtér kell Üzemeltetése drága Csak kis termékméretekre jó

3.7 Felengedtetés

Hűtőben: a hűtő körfolyamat megfordítása 5-6 nap hosszú idő. A víz kidiffundál a száraz rétegbe, de az nem tudja megtartani és így keletkezik a drip. A fagyasztott hús visszamelegedéséhez ugyanannyi hőt kell bevezetni, mint amennyit elvontak. Ha a felengedtetés szimmetrikus a fagyasztásra, az lassabb, mint a fagyasztás, mert a felengedtetett réteg 3x kisebb hővezető képességű és 9x kisebb hőmérsékletvezetési tényezőjű. Először a sejtnedv olvad meg, azután a jégkristály. A sűrű sejtnedv kicsaphatja a fehérjéket és hasonlóan „drip” keletkezik, különösen, ha lassú a felengedtetés. Ezért gyors fagyasztási sebesség = gyors felengedtetési sebesség

3.7.1 Felengedtetés meleg levegőben

A felengedtetés során lényeges a légsebesség, a hőmérséklet és a relatív páratartalom. Először nedvesség csapódik le a felületre (90 %-os pára), de ezt felszívja a kiszáradt réteg. Ha telített a légnedvesség, nincs veszteség, sőt gyarapodás lehet. A légsebesség a már fentebb említettek szerint csak mintegy 5-7 m/s sebességig növelhető. A 20-30°C-os hőmérséklet alkalmas arra, hogy beindítsa a megmaradt vagy másodlagos bakteriális kontaminációkból származó mikroorganizmusok elszaporodásának. A termék vastagságra 30-40 mm-t a térközökre 60-70 mm-t ajánlanak. A levegőben felengedtetésre sokszor a hűtőtárolókat használja a húsipar, ahol bár a felengedtetés lassú a 6°C alatti hőmérséklet miatt, de a mikroorganizmusok sokkal kevésbé szaporodnak.

A mai kutatások felfedték, hogy a felengedtetendő hús hőmérséklete, ha nem haladja meg a 10°C-ot, akkor a baktériumszaporodás minimális. Így ennek mérésével vezérelhető a felengedtetés. A felengedtetés kezdeti szakaszában alkalmazható a magas hőmérséklet, mivel az a jég olvasztására fordítódik, illetve a magas, akár 30-40°C-os hőmérséklet, a felengedtetés előrehaladtával folyamatosan csökkentendő.

3.7.2 Vízgőzzel telített forró levegővel történő felengedtetés

A gőz hőtartalmával és nagyobb hőmérsékletével főleg előre csomagolt termékek felengedtetését gyorsították meg. 1 óra alatt a termék -20°C körüli maghőmérséklete -10°C-ra növelhető.

Felengedtetés kontakt fagyasztókban: A tömb (lap) fagyasztók fémlapjai közt most nem hűtőközeg, hanem meleg víz áramlik. Mikrohullámú felengedtetés: A dielektromos térben az energiát a termék vízmolekulái felveszik, és a váltakozó erőternek és frekvenciának megfelelően mozgásra kényszerülnek. Az erőterből felvett energia az alábbi képlet alapján számítható: Az alkalmazott frekvencia tartomány 950-2450 MHz. Ma a konvektív és dielektromos hőközlés kombinációjával próbálják növelni a hatékonyságot.

3.8 A hústermékek hőkezelése

Hőkezelés: a húskészítmények legelterjedtebb tartósítási módja, amely egyúttal állománykialakításra és a szín stabilizálására is szolgál; a hőkezelő közeg lehet víz, vízgőzzel telített levegő (gőz), a telítettnél kevesebb vízgőzt tartalmazó levegő és zsír vagy olaj.

Hőkezelés főzéssel: a főzőszekrényekben vízzel vagy vízgőzzel telített levegővel hőkezelik a termékeket; a főzés során a húskészítmény maghőmérséklete 65-72°C.

Hőkezelés sütéssel: a levegőben való sütés során a húskészítmény (pl. pástétom) felülete sül, belső része fő; zsírban vagy olajban való sütés során a termékekből elpárolog a víz, a felületi szövetekből kiszorul a zsír, a szín sötétedik.

Lángolás: a húskészítmény felületének nyílt lánggal való kezelése. Megjegyzés: Kis hőkapacitású hőkezelés.

Pasztörözés: 95-105°C-on végzett hőkezelés kismértékű spórák baktérium (pszichrofil) pusztításával. (általában $\frac{3}{4}$ konzerveknek nevezzük ezeket a termékeket)

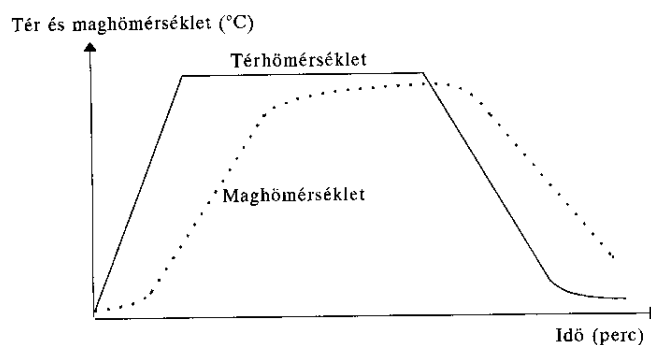
Pasztöröző főző hőkezelés: 70-80°C térhőmérsékleten végzett hőkezelés a vegetatív baktériumok erőteljes elpusztításával. Az eltarthatóságot a nitrites pácsó és a hűtve tárolás biztosítja. Megoldható 90-100°C-on végzett forró füstöléssel is, amelynek főzőhatása van a hosszabb idő révén

Sterilizés: 110-130°C-on végzett hőkezelés erőteljes mezofil és spórák baktérium pusztításával

Sous-vide (enyhén hőkezelt termékek): vákuum alatt, alacsony hőfokon történő hőkezelés

A hagyományos hőkezelés

A hagyományos hőkezelés folyamata 3 szakaszra osztható, úgy mint: (1) a közeg felmelegítése a kívánt térhőmérsékletre, (2) a közegehőmérséklet állandó értéken tartása, (3) a termék lehűtése.



21. ábra: A hagyományos hőkezelés általános lefolyása

Magas hőmérsékletű - rövid idejű (HTST) hőkezelés

A hagyományos hőkezelési mód ún. HTST (magas hőmérséklet - rövid idő) hőkezelés változata azon a felismerésen alapul, hogy a baktériumok pusztulása és az érzékszervi tulajdonságok változásának sebessége ($z=10^{\circ}\text{C}$ illetve $z=25-40^{\circ}\text{C}$) között kb. háromszoros különbség áll fenn, és a magas hőmérséklet és a rövid idő a baktériumokat hatásosabban pusztítja, mint a viszonylag alacsonyabb hőmérséklet és hosszabb idő, mialatt a rövid kezelési idő nem teszi lehetővé a hő okozta érzékszervi elváltozások túlzott mértékű előrehaladását. Ezt a hőkezelési módot folyadék és áramlásra képes fluidumok hőkezelésénél tudjuk előnyösen alkalmazni, mert a hőbehatolás a felületről a doboz belsejébe a konvekció révén gyors így nem kell annyira

tartanunk a felületi rétegek túlmelegedéséből eredő hőkárosodástól. Még inkább kihasználjuk ezt az elvet az átfolyó rendszerű hőcserélőkben végzett hőkezeléseknél, amelyekben az ún. jellemző hosszt 4-10 mm-re csökkentik le.

Alacsonyabb hőmérsékletű - hosszabb idejű (LTLT) hőkezelés

Ez a kezelési mód a H hőkezelési mód változata, amelyet a szilárd, hővezetéssel melegedő-hűlő termékeknél a felületi hőkárosodás csökkentése érdekében, a H vagy HTST hőkezelési módok helyett alkalmazunk. Az LTLT kezelés révén időegység alatt kevesebb hőmennyiséget juttatunk be a termékbe, tehát a felületről el nem szállított hőmennyiség lecsökken, és így a felületi túlmelegedésből eredő hőkárosodás nem lesz olyan nagymértékű. Ezt a hőkezelési módot legjobban nagyméretű csomagolásoknál, hőérzékeny, hővezetéssel melegedő-hűlő termékek hőkezelésénél tudjuk előnyösen kihasználni. A kevesebb termékbe juttatott hőmennyiség miatt az adott hőkezelési egyenérték, maghőmérséklet eléréséhez megnövekedhet a hőntartási idő, de csökkenhet a hűtési idő a kevesebb elvonandó hő miatt.

Lépcsőzetes (L) hőkezelés

Amikor az ún. LTLT hőkezelési mód még mindig nem eredményez kellő minőségű hőkezelt terméket, és rendelkezünk integrált nyomás-hőmérséklet szabályzóval a hagyományos vagy LTLT hőkezeléstől eltérő hőkezeléseket ajánlanak. Ez a hőkezelési mód tulajdonképpen azt a célt tűzi ki, hogy abból a hőmennyiségből, ami a felületen át a termékbe bekerül, minél több haladjon tovább a mag felé és a melegedést és ne a felületi túlmelegedést szolgálja. Az L kezelésnél a közeghőmérsékletet időben vezérlik, és két változtatási időpont között állandó értéken tartják. A kezdeti hőmérsékletet úgy állapítjuk

meg, hogy a melegedés be tudjon indulni, azaz a hőpenetrációs görbe ne legyen túl lapos. Az egyes hőmérsékleti lépcsők ideje akkor jár le, amikor a hőmérséklet növekedési üteme (gradiense) a magban lecsökken. Ekkor újabb közeghőmérséklet emelésre van szükség. Az L hőkezelési módnál a H, HTST és az LTLT hőkezelési módokhoz képest kisebb hőmennyiség jut be a termékbe, ezáltal a belső pontok a (mag) melegedése lassúbb, és ugyanolyan hőkezelési egyenérték eléréséhez még hosszabb idő szükséges, mint az előbbi kezelési módoknál.

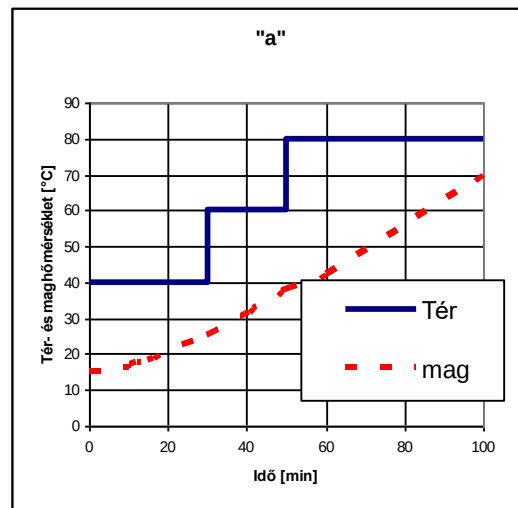
A főzés

A főzés történhet vízben és nedves páratérben. A berendezését pasztörkádnak nevezzük.

A forró füstölés után szellőztetés következik a telített páratérben főzéskor. A főzés hatására enzim inaktiválódás, fehérje denaturáció, kollagén zselatinálódás játszódik le, így az emészthetőbb, rághatóbb lesz. Ha jó húslét akarunk kapni, a húst hideg vízben kezdjük főzni, míg ha jó főtt húst szeretnénk nyerni, akkor a húst meleg vízben kezdjük el főzni. Az előfőzött alapanyagú termékeknél és a készétel konzerveknél előfőzés szükséges. Ennek célja az enzimek inaktiválása (lásd később), másrészt megfelelő főtttség, állomány elérése, hogy majd a végleges főzés, hőkezelés után az összes komponens elérje az érzékszervi kívánalmaknak megfelelő főttséget és állomány állapotot.

A húsiparban a főzést általában füstölő főzőszekrényben, 74-76°C-on végzik legtöbbször az alábbi leállítási feltételek mellett:

22. ábra: A lépcsőzetes hőkezelés lefolyása



- ahány mm annyi perc rúdárunknál
- ahány kg annyi óra szabálytalan alakú termékeknek
- 68-74°C maghőmérsékletig

Pasztörözés hermetikus zárt csomagolásban és rendszerben 100°C alatt

Sterilezés: ua. 100°C felett

A főzési veszteség max. 6-7 kg

A főzés utáni műveletek

- Tusolásos hűtés 25-30°C maghőmérsékletig. MA egyre inkább terjed a tusoló rózsaák helyett a porlasztó fűvókákból jóval kevesebb víz termékre porlasztása, amely a hűtésnek evaporatív jelleget ad, főleg a hűtés kezdeti szakaszában, és ez jócskán meggyorsítja a hűtést, jótékonyan hat a túlélő mikroflóra gátlására.
- A hűtés másik megoldási módja, hogy magában a füstölő-főző szekrényben hűtjük le a terméket kb. 55-60°C-ig. Ezután jöhet a porlasztó fűvókás hűtés, vagy modernebb üzemekben speciális hűtőszekrény, ami felépítésében ugyanolyan mint a főzőszekrény csak benne hideg nedves levegő kering.
- Mérlegelés. Ez képezi a veszteség számítás alapját a termelő üzem számára illetve a bemenő árumennyiséget a káló számításhoz hűtőraktár számára.
- Tárolás 0-5°C hőmérsékleten, kis légsebesség és viszonylag nagy páratartalom mellett (káló). Ez utóbbira az át nem eresztő belek nem érzékenyek.

3.9 Érlelési műveletek

Az érleléssel készült termékek a nyers pácoltárak és a nyers töltelékes áruk kategóriájába tartoznak A Magyar élelmiszerkönyv Érleléssel kapcsolatos megfogalmazásai a következők:

Érlelés A húskészítmények megfelelő kémiai összetételét és ízanyagait kialakító - érlelőgyorsító nélkül, elsősorban a szárításhoz kapcsolódó - vízáktivitás csökkentéssel járó technológiai folyamatok összessége.

Szárítás: Elsősorban sózással kombinált tartósítási mód, melynek során a szabályozott hőmérsékletű és páratartalmú levegőben a húskészítmény tömege és térfogata csökken.

Gyorsérlelés Olyan mikrobiológiai (starterkultúra), vagy kémiai eredetű anyagok alkalmazása, amelyek elősegítik a húskészítmények szabályozott, gyorsabb érlelését.

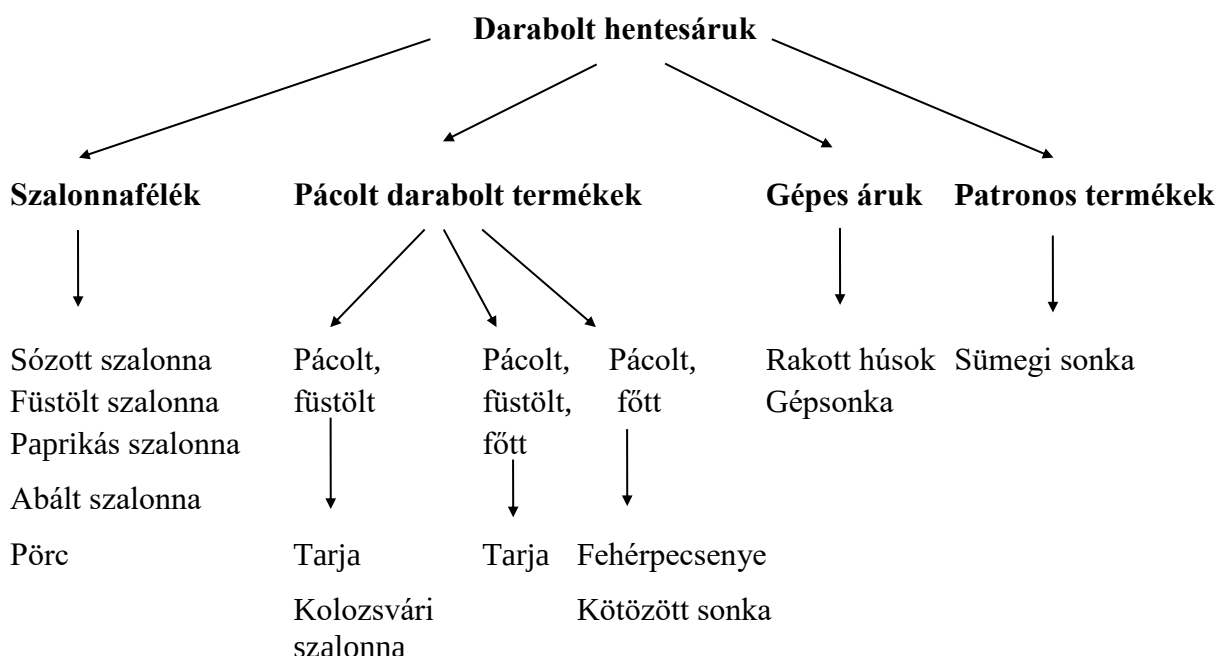
Érlelésszabályozók: Olyan mikrobiológiai (starterkultúra), vagy kémiai eredetű anyagok, amelyek elősegítik a húskészítmények szabályozott, gyorsabb érlelését.

Mártómassza, védőfilm: A húskészítmények felületének egyenletes bevonására alkalmazott anyag (pl. főszér, viasz, egyéb fogyasztható vagy nem fogyasztható bevonat).

Nemespenész bevonat: A húskészítmények megfelelő páratartalmú térben nemespenész spórákkal teli levegő segítségével történő felületkezelése során keletkező bevonat.



23. ábra: A hústermékek felosztása I.



24. ábra: A hentesáruk felosztása II.

3.10 Ellenőrző kérdések

1. Milyen előnyei vannak a gyors hűtésnek a hagyományos (lassú) hűtéshez képest?

2. Milyen változások játszódnak le a hús hűtése során?
3. Mik a hidegrövidülés megakadályozásának lehetőségei?
4. Milyen elvárásokat támasztunk a fagyasztási módszerekkel szemben?
5. Milyen hőkezelési módokat ismer?
6. Mi jellemző a HTST hőkezelésre

Felhasznált irodalom

Eszes Ferenc: Húsipari oktatási segédlet

Eszes Ferenc szóbeli közlés

Beke, Gy. (1978): Hűtőipari Kézikönyv. Mezőgazdasági Kiadó. Budapest.

Berszán Gábor (2008): Húsipari gépek, FVM Vidékfejlesztési, Képzési és Szaktanácsadási Intézet, Budapest

Bíró, G. (1994): Élelmiszerhigiénia. Mezőgazda Kiadó. Budapest

Deak, T.-Incze, K.-Farkas, J. (1983): Konzerv-, hús és hűtőipari mikrobiológia. Mezőgazdasági Könyvkiadó, Budapest.

Lőrincz Ferenc, Lencsepeti Jenő (2004): Húsipari kézikönyv, Mezőgazdasági Kiadó, Budapest

Szabó Ferenc (2004): Általános állattenyésztés, Mezőgazda Kiadó, Budapest

Szenes Endréné szerk. (1995): Húsfeldolgozás kisüzemben. Termelők kiskönyvtára 3. Integra-Projekt Kiadó. Budapest

Százados, I -Takács, J. (1997): A vágóállatok húsvizsgálata. Mezőgazda Kiadó. Budapest.

Vargáné Tombácz Zsuzsanna (2010): Húsipari termékgyártás, FVM Vidékfejlesztési, Képzési és Szaktanácsadási Intézet, Budapest



Élelmiszertechnológiák

című tananyag

2. kötet

NÖVÉNYI EREDETŰ NYERSANYAGOK FELDOLGOZÁSI TECHNOLÓGIÁJA (MALOMIPAR, SÜTŐIPAR, ÉDESIPAR)

Prof. Dr. Véha Antal, egyetemi tanár

Bakos Tiborné, mesteroktató

Dr. Szabó P. Balázs PhD., főiskolai docens

Zakupszki Zita Boglárka, szakmai szolgáltató

Dr. habil. Gyimes Ernő PhD., egyetemi docens

Csercsics Dóra, tanszéki mérnök

Szegedi Tudományegyetem Mérnöki Kar

Élelmiszermérnöki Intézet

2019.



MALOMIPAR

című tananyag

Prof. Dr. Véha Antal, egyetemi tanár
Bakos Tiborné, mesteroktató

Szegedi Tudományegyetem Mérnöki Kar

Élelmiszer-mérnöki Intézet

2019.

Tartalomjegyzék

<u>A MALMI ÁTVÉTEL ÉS AZ ELŐKÉSZÍTÉS KORSZERŰ MEGVALÓSÍTÁSA</u>	3
<u><i>A búza malmi átvétele, minősítése</i></u>	3
<u>Minősítés a gabona átvételekor</u>	3
<u>A betárolt gabona minősítése</u>	5
<u><i>A gabona előkészítése az őrlésre</i></u>	8
<u>Az őrlésre történő előkészítés alapműveletei</u>	8
<u>Korszerű technológiai megoldások</u>	8
<u><i>Ellenőrző kérdések</i></u>	15
<u>AZ ŐRLÉS KORSZERŰ MEGVALÓSÍTÁSA</u>	16
<u><i>Az őrlés feladata és műveletei</i></u>	16
<u>Aprítás</u>	16
<u>Szitalás</u>	17
<u>Daratisztítás</u>	17
<u>Őrlési eljárások</u>	19
<u>Lisztosztályozás, lisztkeverés</u>	20
<u><i>Automatizálás a malmi technológiában</i></u>	21
<u>Mennyiségi ellenőrzés, kihozatali mutatók nyomon követése</u>	21
<u>A szemcseméret folyamatos ellenőrzése az őrleményeknél</u>	22
<u>Automata mintavevő berendezések</u>	22
<u>Automata lisztkeverés</u>	22
<u><i>Az őrlésvezetés ellenőrzése</i></u>	22
<u>Őrlési táblázat</u>	23
<u>Lisztkiaknázási hamugörbe</u>	24
<u><i>Ellenőrző kérdések</i></u>	24
<u>EGYÉB MALMI TECHNOLÓGIÁK</u>	25
<u><i>A durumbúza őrléstechnológiája</i></u>	25
<u>A durumbúza előkészítése őrlésre</u>	25

<u>A durumbúza őrlése</u>	25
<u>A rozs őrléstechnológiája</u>	26
<u>A rozs előkészítése őrlésre</u>	26
<u>A rozs őrlése</u>	27
<u>A kukorica malmi feldolgozása</u>	27
<u>Hántolástechnológia</u>	29
<u>A hántolás módszerei</u>	29
<u>A hántolás utáni osztályozó műveletek</u>	30
<u>A hántolt szemek csiszolása</u>	31
<u>A gőzölés és hevítés szerepe a hántolásban</u>	32
<u>Hidrotermikus műveletek</u>	33
<u>Puffasztás</u>	33
<u>Extrudálás</u>	33
<u>Pelyhesítés</u>	34
<u>Ellenőrző kérdések</u>	35
<u>FELHASZNÁLT IRODALOM</u>	36

A tananyag az EFOP-3.5.1-16-2017-00004 pályázat támogatásával készült

— A MALMI ÁTVÉTEL ÉS AZ ELŐKÉSZÍTÉS KORSZERŰ MEGVALÓSÍTÁSA

— A búza malmi átvétele, minősítése

A minőség fogalma a gabona esetében is komplex, mivel magába foglalja:

- a gabona *tisztaságát* (az idegen anyag mennyiségének és fajtájának meghatározását),
- a gabonaszemek *épségét* (a törtszem tartalom meghatározását),
- a gabonaszemek *beltartalmát* jellemző értékeket (hektolitertömeg, nedvességtartalom, szemkeménység, fehérjetartalom, sikér mennyiség, sütőipari érték, esésszám, reológiai tulajdonságok: pl. alveográfus, extenzográfus paraméterek stb.)
- az esetleges *fertőzőttség* (mikrobás-, rovar-, stb.) megállapítását, illetve a mikotoxin szennyezettséget

Ezen vizsgálatok elvégzésével lehet eldönteni, hogy a gabona minősége megfelel-e az adott felhasználási célnak, valamint hogy alkalmas-e a tárolásra, vagy további műveletek (szárítás, tisztítás, fertőtlenítés stb.) elvégzésére van szükség a tárolhatóság eléréséhez.

A gabona minősítésére annak célja szerint különböző módokon kerülhet sor.

— *Minősítés a gabona átvételekor*

A minősítés céljai

- *Az élelmi alkalmasság, illetve a tárolhatóság megállapításának szempontjai*
 - nedvességtartalom
 - halmaztisztaság (törött szemek, gyommagok, idegen anyagok mennyisége)
 - érzékszervi jellemzők (külső megjelenés, szag)
 - egészségi állapot: penész- ill. rovarfertőzőttség
 - mikotoxin szennyezettség
- *Malmi minőségi kategóriába sorolás szempontjai a betárolás helyének eldöntése céljából*
 - nedvesség tartalom,
 - sikér mennyiség, fehérje tartalom,
 - szemkeménység,
 - esésszám meghatározása

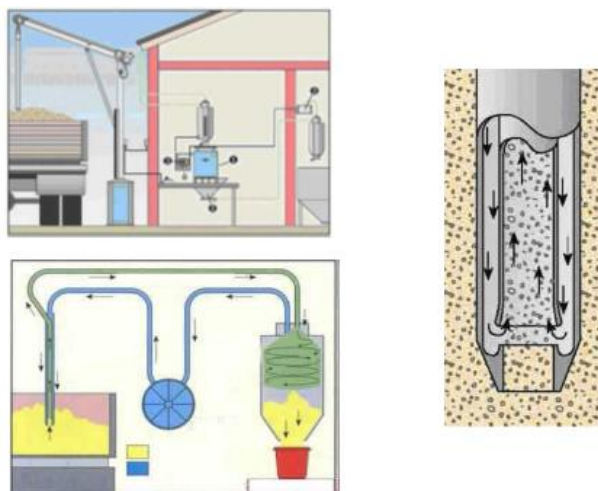
A mintavétel módja

Alapvető fontosságú, hogy a vizsgálatra vett minta reprezentálja az adott gabonatételt. ehhez a halmazból több ponton, több mélységből kell részmintákat gyűjteni, azokat alaposan összekeverni, majd a kapott mintamennyiség csökkentése érdekében osztani.

A mintavétel történhet kézi mintavevő eszközök (1. ábra) és automatikus mintavevő szonda (2. ábra) segítségével. Ez utóbbi szippantófejjel ellátott csővéggel rendelkezik, mely több helyen és mélységben szippant ki mintát a tételből és ezt csővezetéken közvetlenül a laboratóriumba juttatja.



1. ábra Hézagolt, kúpos mintavevő (stekker)



2. ábra Automata mintavevő szonda alkalmazása

A minősítés módszerei

- *Érzékszervi minősítés:* szag, penészgomba-, rovar-fertőzöttség megállapítása.
- *Tisztaság vizsgálat:* idegen anyagok, törött szemek, apró szemek, csírázott-, poloskaszúrt szemek arányának megállapítása rostálással, válogatásával, tömegméréssel
- *Gyorsvizsgáló műszerek alkalmazása:* Előnyük, hogy nagyszámú mérés végezhető el rövid idő alatt és szinte azonnal szolgáltat eredményt. Használatuk nem igényel különösebb szakmai előképzettséget, de használatba vételük előtt kalibrálni kell őket.

Leggyakoribb	gyors	műszerek:
- nedvesség mérő műszerek:	A nedvességtartalmat a minta dielektomos állandója, vagy	
vezetőképessége	alapján	határozzák meg.

- *NIR, NIT mérőműszerek*: A közeli infravörös fény visszaverődésének ill. elnyelődésének mérésén alapulnak. A mért paraméterek: pl. nedvességtartalom, fehérjetartalom, sikér mennyiség, szemkeménység. A műszert előzetesen kalibrálni kell ugyanabból az évjáratból való, szabványos módszerekkel mért értékekkel rendelkező búzamintákkal (Posner és Hibbs, 2011).

— *A betárolt gabona minősítése*

A minősítés célja az egyes tárolóterekbe betárolt gabona részletes minőségi paramétereinek megállapítása és ennek alapján az ún. *minőségi térkép* elkészítése (annak feltérképezése, hogy az egyes tárolócellákban mennyi és milyen minőségi paraméterekkel rendelkező gabona van). A minőségi térkép alapján választja ki a főmolnár vagy üzemvezető, az őrlésre kerülő tételeket és állapítja meg keverési arányukat.

A minősítés szempontjai, módszerei

- *Nedvességtartalom* meghatározása
- *Amilolites állapot* vizsgálata: esésszám meghatározás (az α amiláz enzim aktivitás meghatározása a hő hatására elcsirézített liszt-víz szuszpenzió viszkozitásának mérésével)
- *Sikér* mennyiségének és minőségének vizsgálata
- *Tészta reológiai vizsgálatok*:
 - *dinamikus*: farinográfos, valorigráfos, vagy vizsgálat (dagasztás közben a konzisztencia változás mérése)
 - *statikus*: alveográfos, extenzográfos vizsgálat (tészta nyújtása → ellenállás, nyújthatóság, deformációs munka mérése)
 - *fermentációs*: pl. reofermentométerrel (élesztős tészta gáztermelésének, gáztartó képességének és térfogat növekedésének vizsgálata)
- *komplex vizsgálatok*. pl. próbacipó sütés

A minősítés szabványos vizsgálati módszerekkel történik. Ezek megfelelő laboratóriumi háttérrel, speciális műszereket, kellő jártassággal rendelkező vizsgáló személyeket igényelnek, többségük időigényes is (pl. próbasütés).

A minősítés lépései:

- A búzából liszt előállítása laboratóriumi őrlőberendezés segítségével
- A lisztvizsgálatok elvégzése speciális lisztvizsgáló berendezések, műszerek alkalmazásával (pl. esésszám vizsgáló, sikérmosó, valorigráf, farinográf, extenzográf, alveográf)

A búza Magyarországon érvényben lévő minőségi előírásait tartalmazza az 1. táblázat.

1. táblázat A búza részletes minőségi követelményei Magyarországon
MSZ 6383: 2017

Minőségi jellemzők	Közönséges búza			Durum búza
	Prémium búza	Malmi búza		
		I.	II.	
	Minőségi követelmények			
Tisztasági kritériumok				
Törött szemek, legfeljebb, % (m/m)	2	2	5	2
Magszennyező anyagok összesen legfeljebb % (m/m)	2	2	3	8,5
összezsugorodott szemek, legfeljebb, % (m/m)	2	2	2	3
egyéb gabonafélék, legfeljebb, % (m/m)	2	2	2	3
kártevők által károsított szemek, legfeljebb, % (m/m)	0,2	1	3	2
ezen belül poloskaszúrt szem, legfeljebb, % (m/m)	0	1	3	2
elszíneződött csirájú szemek és foltos szemek, legfeljebb, % (m/m)				3
szárítás során túlhevült szemek, legfeljebb, % (m/m)	0,5	0,5	0,5	0,5
Csírázott szemek, legfeljebb, % (m/m)	2	2	4	2
Vegyes (egyéb) szennyező anyagok összesen, legfeljebb, % (m/m)	2	2	2	2
idegen magvak, legfeljebb, % (m/m)	0,5	0,5	0,5	0,5
ezen belül a káros magvak, legfeljebb, % (m/m)	0,1	0,1	0,1	0,1
romlott szemek a fuzáriumgomba által károsított szemek kivételével	nem tartalmazhat			
fuzáriumgomba által károsított szemek, legfeljebb, % (m/m)	0,05	0,2	0,3	0,3
idegen anyagok, legfeljebb, % (m/m)	0,25	0,25	0,25	0,25
héj, legfeljebb, % (m/m)	0,5	0,5	0,5	0,5
anyarozs, legfeljebb, % (m/m)	0	0,05	0,05	0,05
üszkös szemek, legfeljebb, % (m/m)	0	0,2	0,4	0,2
állati eredetű szennyező anyagok	nem tartalmazhat			
Triticum durum búzaszem, legalább, % (m/m)				97
Acélos búzaszem, legalább, % (m/m)				60
Sárgapigment-tartalom*, legalább, mg/kg				5
A szemtermés fizikai és összetételi jellemzői				
Nedvességtartalom, legfeljebb, % (m/m)	14,5	14,5	14,5	14,5
Nyersfehérje-tartalom*, legalább, % (m/m)	14,0	12,5	11,5	12,5
Nedves sikér mennyisége, legalább, % (m/m)	34,0	30,0	26,0	30,0
Hektolitertömeg, legalább, kg/hl	80	77	74	78
Esésszám, legalább, másodperc	300	250	220	250
Szedimentációs érték, Zeleny szerint, legalább, ml	45	35	30	
A laboratóriumi búzalisztból készült tészta reológiai tulajdonságai				
Farinográfus vagy valorográfus értékek				
— sütőipari érték szerinti minőségi csoport**	A	B		
— vízfelvétel 14%-os lisztre, legalább, % (m/m)	60	55	55	
— stabilitás, legalább, perc	10	6	4	
Alveográfus értékek** (ALV)				
— deformációs munka (W), legalább, 10 ⁻⁴ joule	280	200	150	
— P/L arány, legfeljebb	1,0	1,5	1,5	
Extenzográfus értékek** (EXT)				
— energia 135 (E ₁₃₅) percnél, legalább, cm ²	100	75	60	

—	R _{m,135} /E ₁₃₅ arány	2 - 5	min. 2	min. 1,5	
---	--	-------	--------	----------	--

* - Szárazanyagra vonatkoztatott érték

** - Valamennyi esetben teljesülnie kell a valorigráfos vagy farinográfos vízfelvételi és stabilitási értékeknek. Emellett vagy az alveográfos értékeknek, vagy az extenzográfos értékeknek kell teljesülniük.

Élelmiszerbiztonsági szempontból külön figyelmet érdemel a búza fuzárium gombás fertőzöttsége, amely együtt jár a penészgombák által termelt mikotoxinok jelenlétével. A fuzárium gombákkal, ill. toxinjaikkal fertőzött szemek elkülönítése az egészségesektől teljes mértékben nem oldható meg, a toxinok hőstabilitása pedig igen nagymértékű, így azok a feldolgozás folyamán sem bomlanak le. A takarmányozásban a mikotoxinok egészség károsító hatása már bizonyított, de a táplálkozási szokások megváltozása, a nagy héjanyag tartalmú termékek (teljes kiőrlésű gabonák, korpák, pelyhek, müzlik stb.) fogyasztása miatt ez a probléma komoly gondot okozhat a humán táplálkozásban is. Az egyes toxinok maximálisan megengedett mennyiségét a 2. táblázat tartalmazza.

2. táblázat Az 1881/2006/EK bizottsági rendelet alapján
a gabonafélékben előforduló egyes mikotoxinok felső határértékei

Mikotoxin típusok maximális megengedhető szintje gabonafélénként (µg/kg)	Dezoxinivalenol (DON)	Zearalenon (F-1)	Fumonizinek	T-2 és HT-2
Durum búza	1750	100	-	100
Étkezési búza	1250	100	-	100
Árpa	1250	100	-	100
Zab	1750	100	-	100
Kukorica	1750	200	2000	100
Közvetlen fogyasztásra szánt gabonák és őrleményeik	750	75	Kukoricából 1000	
Száraz tészta	750	-	-	
Kenyér, pékáru, reggeli pelyhek, kekszek	500	50	Kukorica alapú 400	

— **A gabona előkészítése az őrlésre**

Az előkészítés célja a gabonahalmaz őrlésre alkalmas állapotának biztosítása.

— ***Az őrlésre történő előkészítés alapműveletei***

- Keverés: az őrlésre kerülő halmaz kiegyenlített minőségének biztosítása a kiegyenlített lisztminőség érdekében.
- Halmaztisztítás: az őrlésre nem alkalmas halmazalkotók kiválasztása
- *Rostálás* (szélességi és vastagsági méret szerint)
- *Szélesztályozás* (aerodinamikai viselkedés alapján)
- *Száraz kő- és rögválasztás* (sűrűség, önrétegződő képesség szerint)
- *Mágneses vaskiválasztás* (mágnesezhetőség alapján)
- *Triőrözés* (hosszúsági méret, alak szerint)
- Felülettisztítás: a gabonaszemek felületén lévő szennyeződések eltávolítása (intenzív hámozás)
- Kondicionálás: nedvesítés, pihentetés

— ***Korszerű technológiai megoldások***

A fejlesztések célja

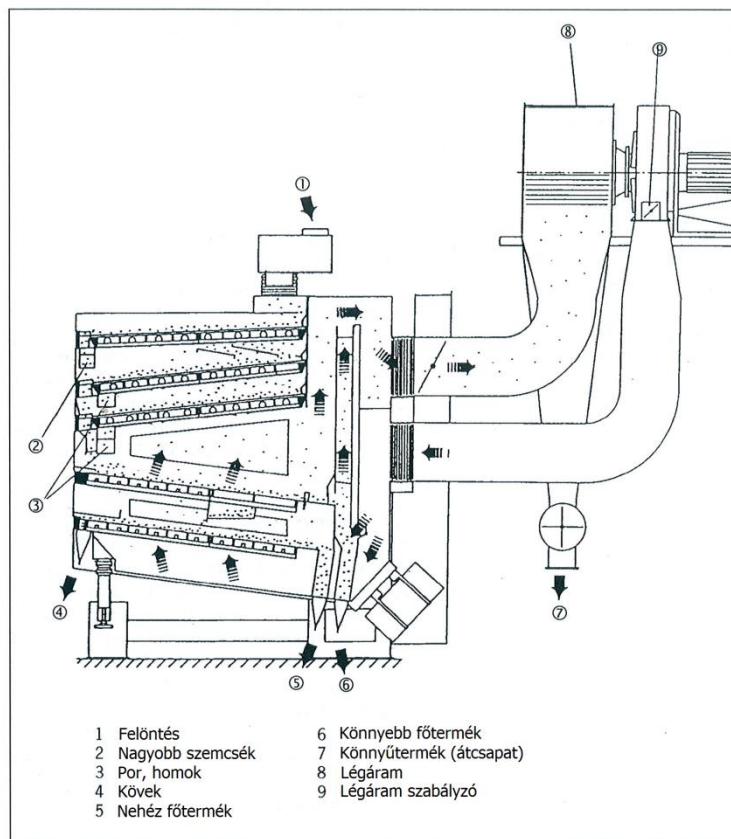
- a szétválasztás tökéletesítése
- a berendezések számának csökkentése (helyigény csökkentése)
- beruházási és üzemeltetési költségek csökkentése
- a teljesítmény növelése
- az élelmiszerbiztonság fokozása
- a nedvesítés mértékének pontos beállítása
- a vízbevitel intenzívebbé tétele, a pihentetési idő csökkentése

— ***Többfunkciós halmaztisztító gépek (kombinált gabonatisztítók)***

A halmaztisztító gépek helyigényének csökkentésére, ill. a koptatói folyamat beruházási és üzemeltetési költségeinek visszaszorítására egyre elterjedtebb a többfunkciós halmaztisztító gépek alkalmazása. Ezeknél a berendezéseknél egy gépen belül valósul meg a *rostálás*, a *szelelés* és a *száraz kő- és rögválasztás* művelete. Mivel mind a rosta, mind a kőválasztó vibromotorral mozgatott sík felületekkel dolgozik, így praktikusán összeépíthetők, az alkalmazott légáram pedig szélesztályozásra is lehetőséget biztosít. A gabonahalmazt a

berendezés rostálás után sűrűség szerint szeparálja, a nagyobb sűrűségű frakció kerül a kőkiválasztóra, a kisebb sűrűségű gabonaszemek pedig a szélszekrénybe.

Ez a megoldás teljesítmény növekedést és energia megtakarítást eredményez. A kombinált tisztító gép működése a 3. ábrán látható.



3. ábra Kombinált tisztító gép (Erling, 2003)

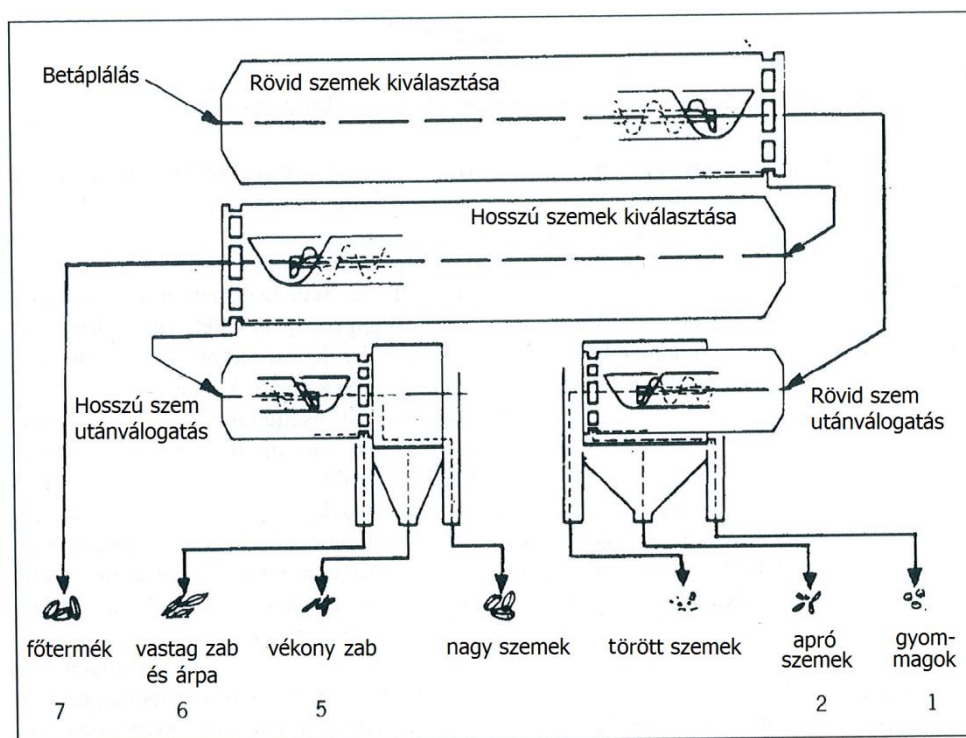
A kombinált tisztító gép munkájának első fázisa a kétfokozatú rostálás. A korszerű technológiának megfelelően nincs rögrosta, mivel a rögök kiválasztása megtörténik a raktározás előtti tisztítás alkalmával. A szemrostával a nagyobb, a porrostával a gabonaszemnél kisebb halmazalkotókat emelik ki. Második lépés a gabonahalmaz sűrűség szerinti szétválasztása vibráció és légáram segítségével. A könnyebb gabonaszemeket szelelés után kivezetik a berendezésből a nehezebb frakció a kőkiválasztóra kerül. A kövek, rögök elkülönítése után a nagyobb sűrűségű főtermék is távozik a gépből. A berendezés közös vibrációs hajtással és önálló ventillátorral rendelkezik, ami lehetővé teszi a könnyű anyagok kiülepítése után a levegő visszaforgatását. A levegő cirkuláltatás alkalmazása mikrobiológiai szempontból hátrányos lehet, mert keresztfertőzésre ad lehetőséget.

— Több fokozatú triőrözés

A triőrözés gyakorlata során is éles szétválasztásra kell törekedni, ami egy lépésben nehezen valósítható meg. Nagy tisztaságú főtermék esetén a vályútermékbe jelentős mennyiségű ép, de rövid szem kerülhet. A vályúterméket az ép szemek visszanyerésére érdemes utántisztítani.

A melléktermékből visszaválogatott ép szemek visszavezethetők a főtermékbe. Ezen kívül előfordulhatnak a halmazban a búzánál rövidebb részecskék mellett hosszabb szemek is, pl. zabszemek, melyeket külön erre a célra tervezett kialakítású hengeres triőrrel kell kiválogatni.

A triőrözés több lépésben megvalósított folyamata a 4. ábrán látható.



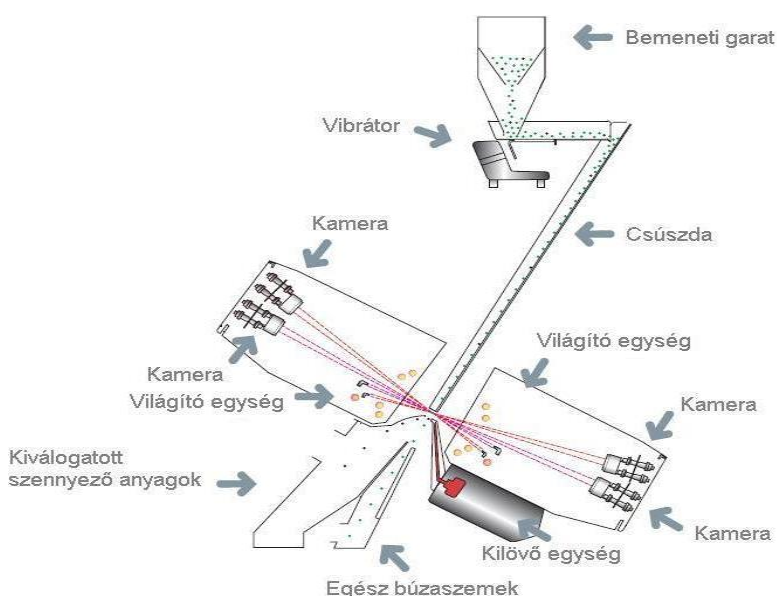
4. ábra Több fokozatú triőr működési elve (Erling, 2003)

— Optikai osztályozó berendezés

Az optikai válogató gépek szín és alak szerint képesek érzékelni az ép gabonaszemtől eltérő anyagokat, beleértve a hagyományos berendezésekkel ki nem választható fertőzött, elszíneződött, pl. fuzáriumos szemeket is.

A szeparálás pontosságát a 2048 pixel felbontású mono- és bikróm kamerák biztosítják, melyek a látható és az infravörös fény tartományában működnek. A szeparáló berendezések teljesítménye típustól függően 2-36 tonna/óra.

A berendezés tetején lévő garatba juttatott búzahalmazt az alatta található vibrátor segítségével oszlatják el. A szemek ezután a csúszdán lecsúsznak és a megvilágított térbe kerülnek. A berendezés speciális kamerarendszerrel megvizsgál minden egyes búzaszemet, és annak meghatározott tulajdonsága alapján a szemet vagy tovább engedi, vagy egy hirtelen sűrített levegőlökéssel a hibás szemek halmazába löki. A gépekben található fekete-fehér monokróm vizsgáló a sötét és világos árnyalat szerint válogat, míg a specifikusabb birkrom kamerák az éretlen, féreg rágta és a fertőzött szemeket is felismerik és visszalöki. A berendezés működési elve az 5. ábrán látható.

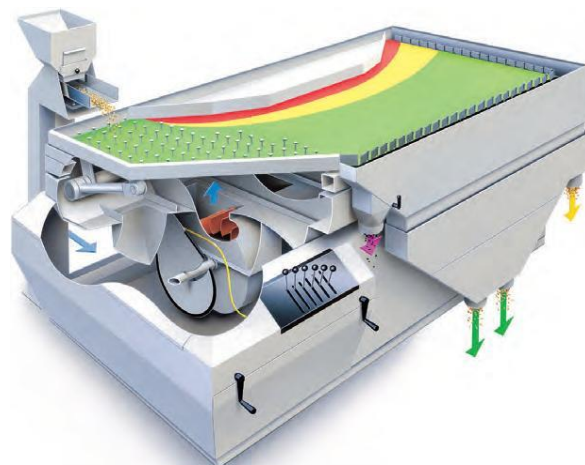


5. ábra Optikai válogató berendezés működési elve (www.buhlergroup.com)

Gravitációs szeparátor

Működése során a tisztított gabonaszemek a fogadógaratból az asztallap szitaszövetére kerülnek, melyen bizonyos távolságonként terelőbordák helyezkednek el. Az asztal hosszanti irányban 0–10%, keresztirányban 0–5%-ban dönthető és hossz tengelye mentén vibráló mozgást végez. A szitaszövetet alulról egy ventillátor által keltett nyomószéllel fúvatják át. Az asztallap mozgatása, a terelőbordák és a nyomószél hatására a magok az asztal lapján fajsúly szerint elrendeződnek. Mivel a különböző sűrűségű halmazalkotók az asztal széleinek más-más pontján fognak lehullani, alkalom nyílik különválasztani az egészséges búzát a Fusariummal fertőzött szemektől.

A frakciókat az asztal végén a terelőlemezek megfelelő helyzetbe történő állításával lehet elvezetni, illetve elkülöníteni. A fajsúlyszeparátor fontos alkotóeleme az adagoló eszköz, melynek segítségével befolyásolható a ráfolyás vastagsága, biztosítja a folyamatos terményáramlást. Ügyelni kell arra, hogy ne legyen túl nagy a rátáplálás mennyisége, mert ilyenkor nincs ideje az anyagnak a gépen elterülni. Ugyanakkor, ha túl kicsi a ráadagolt mennyiség, akkor nem tud a maghalmaz az asztalon megfelelően rétegződni, aminek szintén a művelet minősége látja kárát. A dőlésszög optimális beállítása szintén kardinális tényező a hatékonyság tekintetében. A löketség változtatásával ugyancsak változtatható a munka minősége és teljesítménye. Itt lehetőség van a magnál könnyebb frakciók, pl. tört, fuzáriumos stb. szemek, csutkadarabok leválasztására. A fajsúlyszeparátor akkor dolgozik jól, ha egységes méretű a rávezetett szemcsés halmaz. Amennyiben idegen anyag, szemét, vagy sok törtszem található a magok között, akkor észrevehetően romlik a feldolgozás minősége, vagy csökken a teljesítmény. Ezért a feldolgozandó anyagot először alaposan meg kell rostálni, és ki kell szelelni. A berendezés működése a 6. ábrán látható.



6. ábra Gravitációs szeparátor (www.cimbria.com, 2014)

—

— *Csiszolásos hámozás*

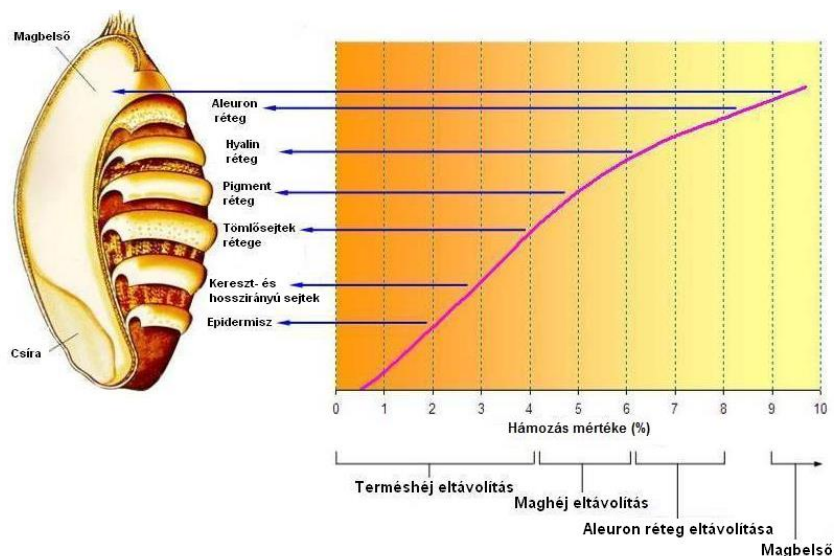
A héjrész dörzsölés útján való eltávolítását hagyományosan a hántolt gabonatermékek feldolgozása során alkalmazzák (rizs, árpa, zab, tönköly). A művelet intenzitásától függően beszélhetünk kizárólag a külső héj elkülönítéséről a gabona felszínétől (hántolás) és a gabonaszem külső rétegének eltávolításáról, ami a magbelső rész fedetlenségét eredményezi (hámozás).

A folyamat során két fő hatás lép fel:

- dörzsölés (szem a szemhez): a gabonaszemek mozgása a berendezésen keresztül a szemek egymáshoz való dörzsölődését okozza
- kopás (szem az érdes felülethez): a héjrészek eltávolítása az által történik meg, hogy a magvak érintkeznek a berendezés dörzshatással bíró részeivel.

A dörzsölés főként a szem külső rétegeit, míg a kopás a belsőket távolítja el.

A hámozás egy és több lépcsőben is megoldható. Intenzitásának mértéke a búza tömegére vetítve 3 - 12% lehet. A folyamat addig folytatható, ameddig az eltávolított összes korpa mennyiség eléri a 12%-ot (Ranieri, 2011). Az eltávolított héjrészek a hámozás mértékének függvényében a 7. ábrán láthatók.

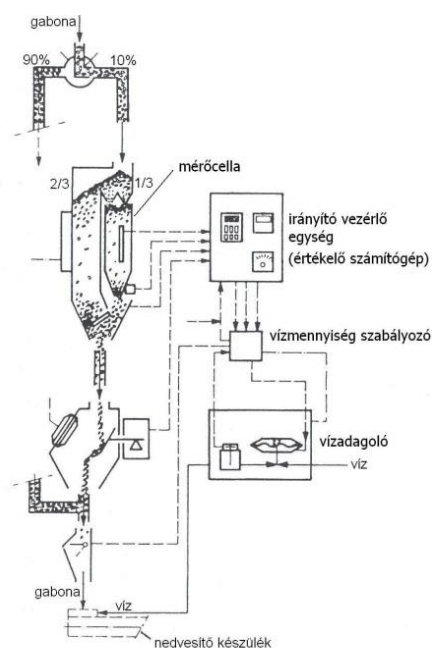


7. ábra A búza héjrégeinek eltávolítása a hámozás mértékének függvényében (SATAKE)

Fontos, hogy a héjeltávolító művelet előtt kondicionáljuk a búzát a szemtörés mérséklése céljából.

— Automata nedvességszabályzó rendszer

A nedvesítés mértékének (a gabonaszem nedvességtartalmának) állandó értéken tartásához elengedhetetlen a gabona nedvességtartalmának, tömegáramának és az elérni kívánt nedvességtartalomnak a pontos ismerete, valamint a precíz vízadagolás megoldása. Ezen igények biztosítása számítógép vezérlésű automatikus nedvesítő rendszer alkalmazásával lehetséges. Működési elve a 8. ábrán látható.



8. ábra Automata nedvességszabályzó rendszer

A gabona anyagáramából a rendszer reprezentatív mintát vesz és egy mérőcellán engedi át. Beépített érzékelőkön keresztül folyamatosan méri nedvességtartalmát, az aktuális tömegáramot. A mért értékekből a beállított kívánt nedvességtartalom eléréséhez szükséges vízmennyiséget a rendszer folyamatosan számítja és adagolja a nedvesítő csigába. A nedvesített gabona nedvességtartalmát ellenőrzi és a vízadagolás számítását korrigálja. A számítógép vezérlésű automata nedvesítő rendszer alkalmazásával az őrlés előtti optimális nedvességtartalom precízen beállítható és a gabonaáram változó paramétereinek ellenére állandó értéken tartható.

— *Intenzív nedvesítő csigák használata*

A nedvesítés intenzívebbé tételével megvalósítható a vízbevitel egy lépésben történő megvalósítása, valamint a pihentetési idő csökkentése. A hatékony nedvesítés érdekében kifejlesztették az intenzív nedvesítő berendezéseket.

A víz nagy nyomással apró cseppekre bontva, porlasztással kerül a gabonaszemekre, így nagyobb felületen kerül elosztatásra. Erőteljes dörzsölő-, nyomó-, keverő művelet alkalmazásával nemcsak a nedvesség felületen való egyenletes elosztatását, hanem a szemekbe való behatolását is segítik. A lehetséges megoldások egyike a döntött elhelyezés. A csiga felfelé hord, a lassú haladás és nagy töltöttségi szint intenzívebb keveredést és kisebb arányú szemtörést eredményez. További megoldások a több tengelyes keverők, valamint vibrációs nedvesítő berendezések alkalmazása.

— **Ellenőrző kérdések**

1. Mi a célja és mik a módszerei a betárolás előtti gabonaminősítésnek?
2. Mi a célja és mik a módszerei a már betárolt búza minősítésének?
3. Milyen műveletek végezhetők el egy berendezésen belül a kombinált tisztító gépeknél?
4. Milyen módszerekkel lehet a toxin szennyezettséget csökkenteni az előkészítés során?
5. Hogyan lehet a nedvességbevitelt intenzívebbé tenni?

— AZ ŐRLÉS KORSZERŰ MEGVALÓSÍTÁSA

— Az őrlés feladata és műveletei

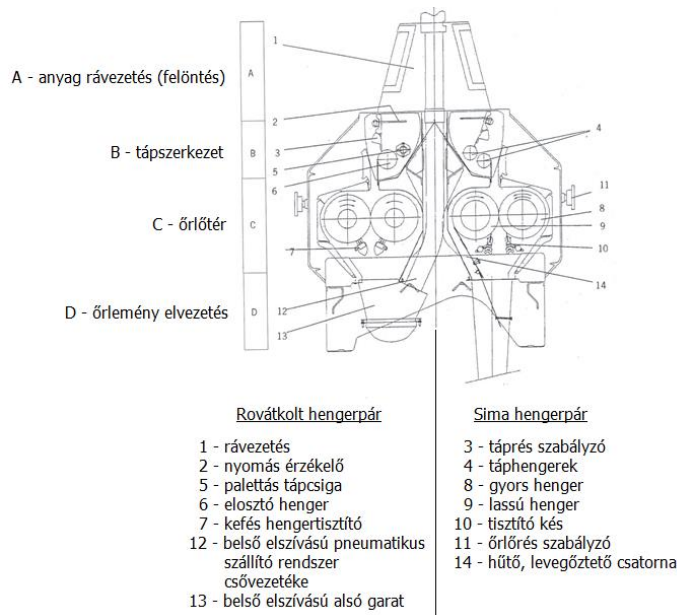
Az őrléstechnológia feladata a búzaszem fő alkotórészeinek (magbelső, héj, csíra) aprító és osztályozó műveletek alkalmazásával történő szétválasztása, őrlemények előállítása.

Az őrlés célja a *magbelső* kitermelése *lisztek* formájában, a *héj* kinyerése *korpa* formájában, és a *csíra* elkülönítése az avasodás elkerülése érdekében. A fenti célkitűzések megvalósításához olyan intenzív, célratörő technológiát kell alkalmazni, hogy az őrleménygyártás a lehető legrövidebb úton, kis költséghányaddal legyen megvalósítható.

Az őrlés céljait a feltáró *aprítás* és az *osztályozás* összekapcsolásával, többszöri ismétlésével tudjuk elérni.

— Aprítás

Az *aprítás* szeparáló jellegű kell legyen, ami azt jelenti, hogy kihasználva a magbelső és a héj eltérő fiziko-mechanikai tulajdonságait, olyan aprózódást hoz létre, ahol a magbelső szemcsék apróbbak a héjrész szemcséinél. Ennek megvalósítására a legalkalmasabb a *hengerpáros aprítás*, aminek a berendezése a *hengerszék*. A hengerszékekben az aprítást két, egymással szembe forgó, megfelelő réstávolságra beállított henger végzi. Az aprításhoz szükséges erőhatások létrehozására a hengerek kerületi sebessége eltérő. A hengerek felülete lehet rovátkolt vagy sima. A hengerek aprító munkáját az aprításra kerülő anyag jellemzői, a hengerek és a hengerszék műszaki paraméterei, és egyéb külső körülmények befolyásolják. A hengerszék szerkezeti felépítését a **Hiba! A hivatkozási forrás nem található..** ábra mutatja.



9. ábra A hengersizék szerkezeti felépítése (Erling, 2003)

— **Szitálás**

Malmi őrleményeknél a **szitálás** az aprítás utáni méret szerinti osztályozást jelenti, amely mindig párosul bizonyos minőségi szerinti szétválasztással is.

A szitálás műveletét a *szitabevonatok* végzik el a *síkszita* berendezés segítségével, amely vízszintes síkban elhelyezett, köröző mozgást végző szitakeretekből áll. Az osztályozási feladatnak megfelelően több keretet helyeznek egymás fölé, így alakul ki a szitaoszlop. Egymás mellé, közös vázszerkezetbe több szitaoszlopot helyeznek.

A minőségi osztályozás a szitálandó halmaz önrétegződése következtében jön létre. Az önrétegződés során a szita mozgása lecsökkenti a szemcsék közötti súrlódást, aminek következtében a kisebb méretű, valamint nagyobb sűrűségű (magbelsőben gazdag) szemcsék a rétegben lefelé, míg a nagyobb méretű, kisebb sűrűségű (héjban gazdag) szemcsék felfelé igyekeznek. A rétegződés fontos feltétele a megfelelő, kb. 8-10 szemcsesoros rétegvastagság.

Az önrétegződés jelenségéből származó előnyök a következők:

- Az apróbb szemcsék bevonat közelbe vándorolnak, ennek következtében nő a szitálás intenzitása.
- Azonos méretkategóriájú halmaz szétszitálásakor lehetőség nyílik egy magbelsőben gazdagabb átesés, és egy héjban gazdagabb átmenet képzésére a szitálási úthossz helyes megválasztásával.

A szitálás során különválasztott őrleményfrakciók szemcseméret szerint általában a következők:

- töret átmenet ($>1000\mu\text{m}$)
- goromba dara ($600-1000\mu\text{m}$)
- közép dara ($400-600\mu\text{m}$)
- finom dara ($250-400\mu\text{m}$)
- derce ($125-250\mu\text{m}$)
- liszt ($<125\mu\text{m}$)

— **Daratisztítás**

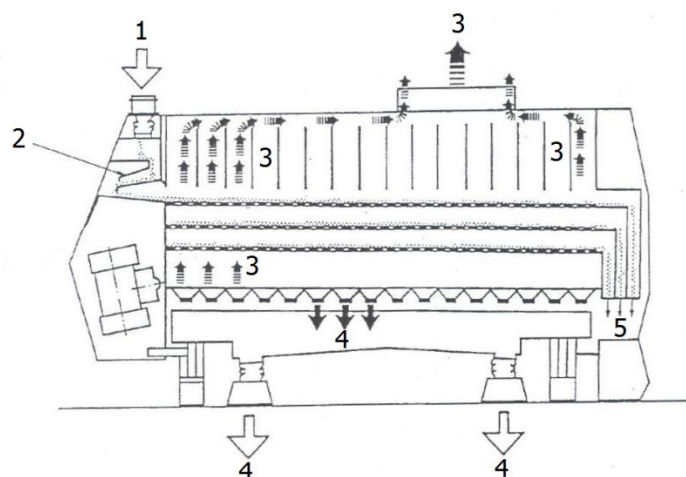
A darák zömmel magbelsőben gazdag, közepes szemcseméretű őrleményhalmazok, amelyek azonos mérettartományon belül egyaránt tartalmaznak magbelső és héjas szemcséket is. Az őrlés eredményessége, a minél nagyobb fehérliszt hozam érdekében a darákat célszerű tovább aprítás előtt minőség (héjtartalom) szerint osztályozni. Ennek művelete a **daratisztítás**. A daratisztítás olyan kombinált művelet, amely a szitálásnál tapasztalt minőség (sűrűség) szerinti

önrétegződést légáram alkalmazásával teszi eredményesebbé. A légáram szerepe kettős. Egyrészt a szemcsék közti súrlódás csökkentésével segíti az önosztályozódást, másrészt lebegésben tartja, azaz nem engedi átesésbe kerülni a héjas szemcséket. A minőség szerinti osztályozás alapja tehát a szemcsék lebegési sebességének különbsége. A tisztítandó darahalmaz szemcséinek lebegési sebességet befolyásoló tulajdonságai közül (szemcseméret, szemcsealak, sűrűség) a sűrűségük különbözik, ami a hamutartalmuk (héjtartalmuk) függvénye. A daratisztítás elsősorban minőség szerinti szeparáló művelet, amelynek célja a tisztítandó darahalmazban (felöntésben) lévő színendospermium szemcsék kinyerése *átesés* frakcióként, a velük azonos méretű héjas szemcsék kiválasztása pedig *átmenet* frakcióként. A művelet gyakorlati megvalósítására a malmok a daratisztító gépeket (daragépeket) alkalmazzák (Véha et al., 2010).

A daratisztítógép munkafelülete négy egymás után illesztett szítalókeretből áll, amely a haladás irányában enyhén lejt. A *lyukbősség* az átmenet tovább vezetéses kapcsolatnak megfelelően gyengén ritkuló. A szita alternáló mozgást végez.

A szitákon alulról felfelé légáram halad át, melyet a ventilátor szívó hatása hoz létre. A levegő sebességét az egyes keretknél külön-külön, a légsatorna keresztmetszetének változtatásával lehet szabályozni.

A daratisztítási művelet alkalmazása növeli a fehérliszt hozamot, ill. lehetővé teszi a jó minőségű fogóslisztgyártást, ezért fontos szerepet tölt be az őrléstechnológiában. A művelet egyszerű, nem energiaigényes, de jelentős a helyigénye. Napjainkban elterjedt a többszítés daragépek alkalmazása. Az egymás alatt elhelyezkedő szitabevonatok lyukmérete az átesés továbbvezetésnek megfelelően lefelé csökken (sűrűsödő). A 10. ábra egy korszerű, vibromotoros mozgítású háromszítés daragép működési elvét mutatja.



10. ábra Háromszítés daratisztítógép (Erling, 2003)
1) beömlés, 2) tápláló szerkezet, 3) légáram, 4) átesések, 5) átmenetek

Az egyes szinteken eltérő méretű és minőségű átmenet frakciókat választhatunk ki. Az átesés esetén is 2 külön frakciót kaphatunk a gép alján elhelyezkedő lamellák állításával.

— **Őrlési eljárások**

Őrlési eljárásan olyan meghatározott sorrendben egymást követő aprító és osztályozó műveletsorozatot értünk, amellyel a gabonából őrleményeket állítunk elő. Az egymáshoz tartozó aprító és osztályozó műveleteket technológiai rendszernek nevezzük.

A *malmi technológiai rendszerek* mindegyikére jellemző, hogy az aprítást azonnal osztályozó műveletek (szitálás, esetenként daratisztítás) követik. A rendszer feladata, a felöntés oly módon való átalakítása, hogy minél jobban érvényre jusson az őrlés szeparáló jellege (a magbelső és a héj szétválasztása), vagyis az elmenő anyagok közül az általában átesésként kivezetett világosabb anyagok minősége minél jobb legyen.

Egy rendszerrel nem lehet jó hatásfokú szeparálást megvalósítani, az optimális liszt kiaknázás több rendszer összekapcsolásával érhető el. Minél több egy őrlési folyamatban a rendszerek száma, vagyis minél hosszabb az őrlési folyamat, annál nagyobb az esély egyidejűleg többféle típusú, nagy mennyiségű, világos őrlemény(ek) kitermelésére. A gazdaságosság szempontjából optimális rendszerszámot a piaci igények figyelembe vételével kell meghatározni.

Az *őrlési eljárást* (őrlési folyamatot) funkcionálisan egymásra épülő technológiai *rendszeresorok* alkotják: törető rendszeror, darafeloldó (daraórló) rendszeror és derceórló rendszeror. Az egyes rendszerorok hasonló funkciójú malmi technológiai rendszerekből állnak. Ezek feladata a következő:

- **Törető rendszeror:** Durva aprítást (töretést) végző rendszerekből áll, amelyek rovátkolt hengerekkel dolgoznak. Feladatuk elsősorban a darakitermelés. Az osztályozás szitálási és daratisztítási műveletek kombinációja. A sorban egymást követő rendszerek az előző töret héjas átmenet anyagait (töret átmeneteket) aprítják tovább.
- **Darafeloldó (daraórló) rendszeror:** Feladata a törető rendszerekből származó különböző szemcseméretű és minőségű tisztított darák dercévé aprítása sima hengerekkel.
- **Derceórló rendszeror:** Feladata a finom aprítás, a törető rendszerekből, valamint darafeloldó rendszerekből származó dercék lisztté alakítása sima hengerekkel.

A technológia fejlődése során többféle őrlési eljárás alakult ki. Az utóbbi évtizedekben a fejlesztés világszerte arra irányult, hogy a búzából nagy mennyiségű, alacsony hamutartalmú

lisztet a lehető legrövidebb technológiai úton, költséghatékonyan állítsunk elő. Ennek megfelelően alakult ki a korszerű rövid őrlés.

A korszerű, rövid őrlés jellemzői

- *kevés rendszerszám: 4-5 törető rendszer, 3-4 darafeloldó, max. 5-6 derceőrlő rendszer*
- *rövid, intenzív technológia*
- *a törető rendszersoron végig hát-hát párosítás alkalmazása töretmegosztás alkalmazása*
- *töretverők segítik a kiőrlő töretek munkáját*
- *dercebontók alkalmazása az intenzív technológiából eredő nagy hengernyomás miatt*
- *kis helyigény (kis géppark, kisebb malomépület, stb.)*
- *nagy teljesítmény (az ún. intenzív technológiai berendezések nagy fajlagos terhelhetősége miatt)*
- *gazdaságos, költségérzékeny üzemeltetés.*

— ***Lisztosztályozás, lisztkeverés***

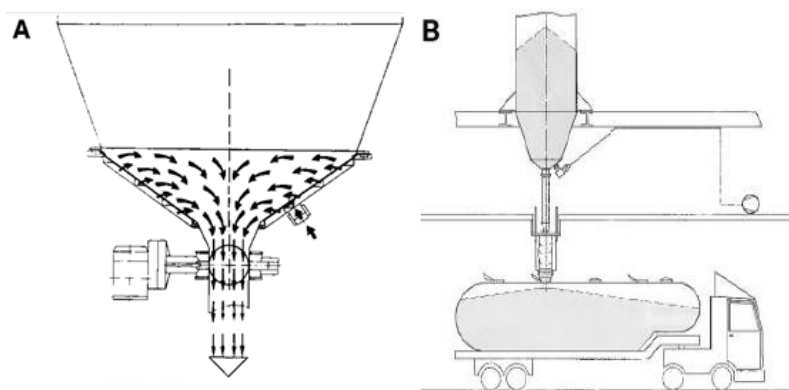
A különböző liszt típusokat a malmok a félkész termékek (lisztfolyások) osztályozásával (összeválogatásával), összevezetésével, majd egyneműsítő keverésével alakítják ki.

A keverési technológia kiegészítő műveletei a mérlegelés, az ellenőrző szitálás, a peteroncsolóval történő rovarmentesítés, és a fémdetektálás, amelyeket az őrlmények malomból való kiadása előtt szoktak alkalmazni.

A késztermék forgalmazás módjai:

- Ömlesztett kiszállítás tartálykocsival fluidizációs anyagmozgatás mellett
- Zsákokban (25 kg, 50 kg) (körszövött PE vagy papír)
- Fogyasztói csomagolás: 1 vagy 2 kg-os papírtasak

Liszt felhasználó nagyobb üzemek részére manapság az ömlesztett kiszállítás a jellemző. Ezek a felhasználók a telephelyükön rendelkeznek a liszt ömlesztett tárolására alkalmas kamrákkal. A lisztszállító tehergépjárművek töltése a malomban fluidizációs módon légárammal történik. A liszt tároló kamrák ürítésének megkönnyítésére, a kamrán felüli felboltozódás megakadályozására vibrációval rendelkező kamrafeneket alakítanak ki. (11. ábra)



11. ábra Ömlesztett liszt betöltő rendszer
A- vibro kamra ürítő, B – tehergépkocsi betöltés (Posner és Hibbs, 2011)

— Automatizálás a malmi technológiában

A korszerű malmokban a gyártási folyamat vezérlése és szabályozása számítógépek alkalmazásával, a vezérlőteremben történik. Innen irányítják az anyagmozgató berendezések indítását, leállítását, a kamrák töltését, ürítését, a szállítócsövekhez tartozó tolózárak és kétfelé váltók működtetését, a gépek műveleti paramétereinek beállítását. Beépített érzékelőkön és mérő berendezéseken keresztül nyomon követhetik a kamrák töltöttségi szintjét, a gépek működésének valós paramétereit, a feldolgozandó búza tömegáramát, nedvességtartalmát, a nedvesítés mértékét, az őrlemények tömegáramát, a kihozatali mutatókat, lényegében a malomban zajló összes folyamatot.

Az utóbbi 10 évben a digitalizáció megjelent, mint alkalmazási felület a modern malomipari folyamatoknál. A liszt- (őrlemény-) gyártás néhány innovált művelete elsősorban a NIR/NIT technikát, a mesterséges látást (image-analízis) az optikai válogatásnál, és az automatikus folyamatszabályozást helyezi előtérbe. Megnyílt a komplex lehetőség gyakorlatban történő megvalósulása: alapanyag minősítés – optimált technológia – végtermék minőség állandósíthatósága – élelmiszer-biztonsági előírások betartása.

— *Mennyiségi ellenőrzés, kihozatali mutatók nyomon követése*

A modern malomrendszerek folyamatos mérlegelési rendszerrel vannak ellátva, így nyomon követhetik az üzemben lévő, a malomba érkező és onnan kifolyó anyagokat. A molnár bármikor le tudja olvasni a malom teljesítményét, amelyet folyamatosan rögzítenek (Posner és Hibbs, 2011).

— *A szemcseméret folyamatos ellenőrzése az őrleményeknél*

Online szemcseméret meghatározó rendszereket alkalmaznak a szemcsészettség ellenőrzésére az aprítás és szítálás után keletkező őrleményeknél. Ezek a rendszerek a lézerdiffrakció és a digitális képfeldolgozás kombinálásával képesek a szemcseméret 10-5000 μ m mérettartományban való meghatározására. Valós idejű mérésekkel segítik a gépek optimális beállítását a gyártási folyamat során.

- Szemcseméret kontrol a hengerszékeknél: a szemcseméret eltéréseket regisztrálja és egy szervomotor segítségével a hengerréseket korrigálja, ezzel biztosítja az egyenletes termékminőséget.
- Szemcseméret kontrol a síkszítáknál: szita szakadások gyors észlelése és jelzése, a hozamveszteség minimalizálása érdekében.

— *Automata mintavevő berendezések*

A korszerű, őrleményeket szállító eszközökbe beépített automatikus mintavevő berendezések gondoskodnak a meghatározott időközönként történő mintavételről, a minták azonosító jelöléséről. A legmodernebb eszközök a kiválasztott gyártási programot és a mintavételi időpontot elektronikus úton mentik a mintatartókhoz csatolt chipen.

— *Automata lisztkeverés*

Lisztfrakciók, előkevert lisztek folyamatos online mérése (nedvességtartalom, hamutartalom, fehérjetartalom, szín). Az igényeknek megfelelő minőségi paraméterekkel rendelkező késztermék (liszt) kialakítása a keverés automatikus szabályozásával (www.Buhlergroup.com).

— *Az őrlésvezetés ellenőrzése*

Az őrlésvezetés helyességéről az őrlés eredményének ellenőrzésével győződünk meg. Az ellenőrzés során rögzítjük a megállapított adatokat, felfedjük az esetleges hibákat, amelyekből levonjuk a szükséges következtetéseket, és megszüntetésükre intézkedünk. Ezt követően visszatérünk az intézkedés hatékonyságának ellenőrzésére.

Az őrlésvezetés ellenőrzése jellege szerint lehet mennyiségi és minőségi. A tisztán látás érdekében mindkettő szükséges, egyik kiegészíti a másikat. Az ellenőrzés felöllelhet egy-egy időszakot, vagy egy-egy műszakot. Az ellenőrzés vonatkozhat egyes rendszerekre és kiterjedhet az összesre.

Amikor az őrlésevezetés **mennyiségi ellenőrzését** végezzük, akkor az anyagfolyásokból, tehát a rendszerekre vezetett és a rendszerekről távozó frakciókból meghatározott időtartamon keresztül mintát veszünk. Az összegyűjtött mintákat külön-külön lemérjük. A megállapított mennyiséget valamilyen időegységre, célszerűen egy órára vonatkoztatjuk. A terhelést a rendszerre egységnyi idő alatt rávezetett anyag mennyiségével, illetve az 1. törethez vezetett anyag mennyiségére vonatkoztatott %-ban fejezzük ki. A rendszerről távozó anyagok mennyiségét a rendszerre vezetett mennyiségre vonatkoztatva fejezzük ki.

Az őrlésvezetés **minőségi ellenőrzése** során vizsgáljuk az őrlésre felvett nyersanyagot, továbbá a feldolgozás folyamatában keletkező közép- és félkész termékek minőségét. A minőség vizsgálatával ellenőrizzük az őrlésvezetés hatását a közép- és félkész termékek minőségére. Az eredményekből megállapítjuk az őrlésvezetésre adott intézkedések helyességét, vagy azok eredménytelenségét (Csonka, 1998).

A rendszerek együttes technológiai ellenőrzését csak időszakonként végezzük el. Az ellenőrzés hosszabb időt vesz igénybe, és alapos előkészítést igényel. Ezt az ellenőrzési formát az üzem technológiai feltérképezésének is nevezhetjük. Az előkészítés során a folyamatábra és a szitasémák egyeztetését követően kijelöljük a sziták kifolyó nyílásain és a futócsöveken a mintavételi helyeket. A mintavételt akkor kezdjük meg, amikor a malom zavartalan, egyenletes őrlésmenete kialakult. A mintavételt az utolsó rendszernél kell kezdeni és folyamatosan haladni az előző rendszerek felé. A mintavétel során a mintavételi helyről az őrleményt meghatározott ideig egy megfelelő méretű edénybe folytatjuk. Az időtartamot stopperórával, az anyagmennyiséget mérlegen mérjük. Elvégezzük a minták minőségvizsgálatát: nedvességtartalom és hamutartalom meghatározás, esetleg síkervizsgálatok és szemcseméret meghatározás.

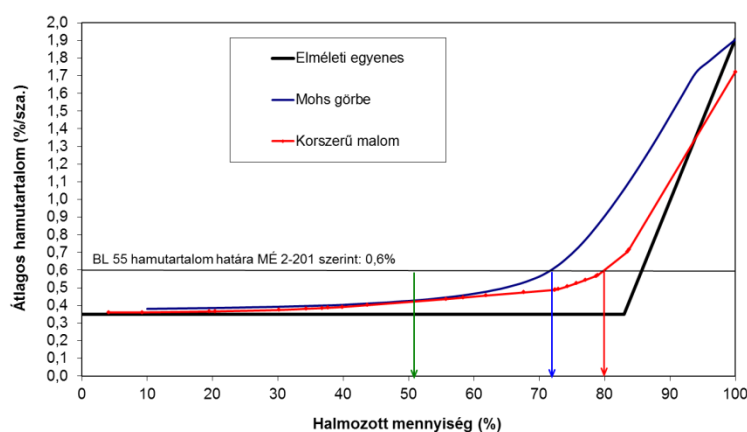
Az üzem technológiai feltérképezésének módja az őrlési táblázat és a lisztkiaknázási hamugörbe elkészítése a mért adatok alapján.

— **Őrlési táblázat**

Az őrlési táblázat pontosan feltünteti, hogy az ellenőrzés időpontjában az egyes rendszerek honnan és mennyi anyagot kaptak, továbbá azt is, hogy a rendszerekről hova és mennyi anyag távozott. Az őrlési táblázatban azt is feltüntetjük, hogy milyen őrleménytípusokat gyártunk, és azokat hogyan állítjuk össze (Csonka, 1998)

— *Lisztkiaknázási hamugörbe*

Mohs német mérnök alkalmazta először a lisztkihozatali hamugörbét. Ezzel fejezte ki a magasőrlésű malmok őrlőképességét. A lisztkiaknázási hamugörbe az összes lisztfrakció tömegáramával és hamutartalmával képezhető, és több információt nyújt a malom munkájáról. A félkész termékek adatait hamutartalom szerint növekvő sorrendbe állítva azok halmozott mennyiségi adatait és az ezen értékekhez tartozó átlagos hamutartalmat kiszámítva kapjuk a hamugörbén ábrázolandó értékeket (12. ábra). Megmutatja az egyes lisztfrakciók közötti mennyiségi és hamutartalom különbségeket, továbbá párhuzamos rendszerek lisztfrakciói közötti eltéréseket. A lapos görbe jó szeparálásra utal, míg a meredekebb görbéből gyenge daratisztításra következtethetünk. Jobb szeparálást tükröz a görbe élesebb könyöke, a minél későbbi felívelés nagyobb liszthozamra utal (Monda, 1990).



12. ábra Lisztkiaknázási hamugörbe

— **Ellenőrző kérdések**

1. Mik az őrlés fő célkitűzései és műveletei?
2. Milyen aprítási módot alkalmazunk a malmi technológiában és miért?
3. Mi a daratisztítás lényege és milyen frakciókat kapunk egy korszerű daragépnél?
4. Mik a korszerű rövid őrlés jellemzői?
5. Milyen automatizálási lehetőségek vannak az őrléstechnológiában?

— EGYÉB MALMI TECHNOLÓGIÁK

— **A durumbúza őrléstechnológiája**

A durumbúzát észta- vagy makaróni búzának is nevezik, mivel nagy szemcséjű örleményei elsősorban száraztészta előállítására alkalmasak. Szálkás kalászu, szakállas búza. Rendkívül kemény szemszerkezetű, jellemzője az üvegeesség, átlátszóság. Magbelsője olyan sikerfehérjét tartalmaz, amely a belőle készült tésztát alkalmassá teszi magas présnyomás károsodás nélküli elviselésére, ezáltal szálastészták (makaróni, spagetti) gyártására. A durum darából jó főzési tulajdonságú, tojás nélküli tészták készíthetők, melyek a magbelsőben található sárga pigment anyagoknak köszönhetően színükben is tetszetősek.

— ***A durumbúza előkészítése őrlésre***

A durumbúza esetén különösen fontos a beérkezett tételek minőségének pontos ismerete és a megfelelő keverési program alkalmazása.

Az előkészítés során kiterjedtebb tisztasági követelményeknek kell megfelelni, mint aestivum búzánál. Ennek megfelelően a halmaztisztítás gépei is precízebbek, több korszerű berendezés alkalmazása indokolt. A sötét színű gabonaszemek és gyommagok például már kis mennyiségben is rontják a késztermék minőségét, mivel a száraztésztákon látható foltot eredményeznek. A világos, lisztes szemek, aestivumbúza-szemek szintén rontják a késztermék darák minőségét (Monda, 1990). Régebben a tárcsás (Carter) triőrök és gravitációs válogató asztalok (koncentrátorok) szolgáltak ezek kiválasztására, manapság a több fokozatú triőrözés és az optikai válogatás szolgál a nem kívánatos szennyeződések kiválasztására, így a darák jó minősége biztosítható (Posner és Hibbs, 2011). Ugyanígy a felülettisztítás is nagyobb körütekintést igényel. A nagy hatásfokú felülettisztítás és a csiszolósos hámozás segíthet egyrészt a felületi elszíneződések eltávolításában másrészt a mikrobiológiai állapot javításában és a mikotoxin szennyezettség csökkentésében (Dexter és Wood, 1996). A durumbúza kondicionálásnál a kemény, üveges magbelső-szerkezet miatt hosszabb pihentetési idő alkalmazása indokolt. Mivel ez a durumbúzában lévő sárga pigment anyagok bomlását és a mikrobiológiai állapot romlását eredményezi, ezért a kondicionálást több lépésben célszerű elvégezni.

— ***A durumbúza őrlése***

A durumbúza őrlésekor a fő cél minél nagyobb mennyiségű és minél tisztább dara kinyerése, mivel a durum őrlés főterméke a tésztaipari durum dara. Ennek megfelelően az aprítás során a daraképződés elősegítésére, minél nagyobb darahozamra kell törekedni, a darákat pedig precíz,

kiterjedt tisztítási műveletnek kell alávetni. A törető rendszersor hosszabb. A töretésre az óvatos, kisebb mértékű aprítás jellemző él-él párosítású hengerekkel. Szítálsnál szűkebb szemcseméret tartományokat képeznek, a különböző mérettartományú darákat külön daragépekre vezetik. Korszerű, több szítás daragépeket alkalmaznak a precíz szétválasztás érdekében. A daraórló rendszerek is rovátkolt hengerekkel aprítanak és innen is daratisztításra viszik a darákat. A derceórló rendszerek kisebb jelentőségűek. Ezzel a technológiával, jó minőségű alapanyagot felhasználva min. 65% darahozam érhető el (Monda et al., 1990).

— **A rozs őrléstechnológiája**

A rozs a második kenyérgabona Magyarországon. Őrlésre felhasznált mennyisége csupán néhány %-ot tesz ki. A rozs néhány tulajdonsága eltér a búzaszemhez képest, ami a technológiában is különbségeket okoz.

- A rozs hosszúkás, orsó alakú, fajlagos felülete nagyobb, emiatt rosszabb a kiőrölhetősége (65-70%).
- A rozsszem szívós, nehezen törik.
- A rozsszem hegyesebbik végén található a csíra.
- A többrétegű héjból hiányzik a hyalin réteg.
- A pigment rétege színtelen, az aleuron rétegben található xantofil, és klorofil jellegű pigmentek adják a szem zöldesszürke színét.
- A rozs magbelső szerkezete laza (puha), sok légzárványt tartalmaz. Ennek köszönhetően a magbelső lisztesen aprózódik. A rozslisztek apró szemcseméretű simalisztek.

— ***A rozs előkészítése őrlésre***

A rozs héjrégei közül hiányzik a hyalin réteg, ami a víz behatolását késlelteti, így a rozs felülettisztítása csak száraz eljárással történhet. Régebben a tisztítási folyamat befejezéséként, közvetlenül az őrlés előtt hengerpárokkal megroppantották. Ez a művelet egyrészt elősegítette a magbelső aprítását, másrészt a rozs érdesebb héjára tapadó port, szennyeződést is meglazította. A levált poros hulladékot a keletkező kevés liszttel összekeveredve nevezték kéklisztnak, ami élelmi célra alkalmatlan. A száraz intenzív felülettisztítást két fokozatban alkalmazva a roppantás elmarad. A rozsszem csúcsán elhelyezkedő csíra rész általában letörik, így a csíra már koptatáskor kiválasztódik. A rozs kondicionálásánál alacsonyabb nedvességtartalmat (kb. 15%) célszerű beállítani (Monda et al., 1990).

— *A rozs őrlése*

A rozs héja szívós, kevésbé töredezik, aprításnál jobban ellenáll a rovátkák szorító hatásának. Ennek következtében nagyobb átmérőjű, nagyobb áttételű hengereket, laposabb, sűrűbb, nagyobb elhajlású rovátkákat alkalmaznak. A rozsőrlés lisztre törekszik. A laza magbelső szerkezet miatt darák nem képződnek, daratisztításra nincs szükség. A dara és derce szemcseméretű őrlményfrakciókat külön őrlőrendszereken aprítják tovább, melyek finom rovátkolásúak. Fontos az őrlményverők és dercebontók alkalmazása a magbelső tapadósága miatt. A rozsőrlés, bár egyszerűbb, mint a búzaőrlés, mégis energiaigényesebb annál. Ez egyrészt abból adódik, hogy szívósabb a szemszerkezet, másrészt az apróbb és kis sűrűségű szemcsék nagy aránya miatt a tömegre vetített fajlagos energiaszükséglet nagyobb (Monda et al., 1990).

— *A kukorica malmi feldolgozása*

A kukorica az állati takarmányozás mellett étkezési és ipari felhasználás szempontjából is fontos, hazánkban a búza mellett a legnagyobb mennyiségben termesztett gabonanövény.

Amerikában és Európa egyes országában fontos és kiterjedten fogyasztott élelmi cikk. A késztermékeket változatos formában, túlnyomórészt utókezelés (hidrotermikus kezelés) után forgalmazzák.

A kukoricaszem alkotói közül a héjrész tömegaránya 5-6%, a csíra viszonylag nagy hányadot tesz ki 10-14%, a többi (80-85%) a magbelső (Hoseney, 1998).

A kukoricát nedves és száraz őrlési eljárásoknak vethetjük alá, hogy a komponenseket elkülönítsük, azonban a két módszerrel végzett frakcionálás különbözik a frakciók típusától, valamint a frakcionálás módjától függően. A száraz őrlés célja a szem fő alkotóinak (magbelső, héj, csíra) az elkülönítése. A nedves őrlés célja a kukorica kémiai összetevőkre való szétválasztása (keményítő, fehérje, rost és olaj) (Lorenz és Kulp,). A nedves őrlési ágazathoz tartozik a keményítőgyártás, cukorszirupok előállítása, valamint etanol-gyártás. Ez nem a malomipar feladata.

A kukorica malmi feldolgozása során kapott termékek elnevezései a magyar élelmiszerkönyv szerint (MÉ 2-201):

- Kukoricaliszt (KL)
- Kukoricadara (KD)
- Kukoricakása-dara (KKD)

Ezek a termékek az élelmezési célra kiválasztott, megfelelő tisztaságú kukoricából, malmi úton előállított őrlmények, amelyek alapvetően szemcseméretben különböznek egymástól.

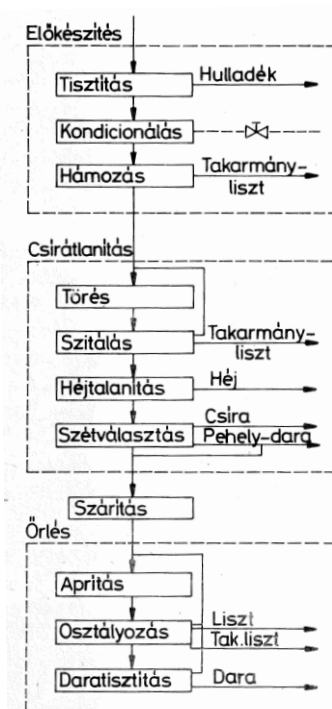
A kukoricadarából extrudálás útján közvetlen fogyasztásra alkalmas élelmiszerek állíthatók elő, illetve a sörgyártásban használják fel.

A kukoricát étkezési és ipari célú hasznosításhoz csíráltatni kell. Ezzel az egyes termékek eltarthatósága, küllemi tulajdonságai és feldolgozási lehetőségei jelentősen javulnak.

A csíráltatás célja, hogy a magbelső őrlemények olajtartalma minél kisebb legyen. A kinyert csíra frakció olaj előállításra alkalmazható. A szétválasztás során keletkező vegyes őrleményfrakció takarmányozásra hasznosítható.

A csíráltatási eljárások közt megkülönböztetünk száraz és félszáraz (nedves) technológiát. A száraz eljárásnál nem, vagy csak max. 16%-ig nedvesítik a kukoricát, a félszáraz módszernél 16-22%-ra. Ez utóbbinál nagyobb mennyiségben keletkezik alacsony olajtartalmú, nagy szemcséjű dara, viszont csíráltatás után, aprítás előtt szárítást kell alkalmazni.

Általánosságban a kukoricaőrlés technológiai folyamatát a 13. ábra szemlélteti.



13. ábra A kukoricaőrlés technológiai folyamata (Monda et al., 1990)

Az előkészítésnél szelelőrostálást, mágnes és száraz kőkiválasztót alkalmaznak. A félszáraz eljárásnál a kondicionálás 20-22% nedvességtartalomra való nedvesítéssel és 10-15 órás pihentetéssel történik (Lorenz és Kulp, 1998) (Arendt és Zannini, 2013). A csíra kinyerés hatékonyságát növeli, ha ezt követően gőzölést alkalmaznak. A hámozás célja a héj és az alatta lévő vékony olajos réteg eltávolítása. A törésre ütköztető, röpítő elven működő gépeket alkalmaznak ügyelve arra, hogy a csíratestek minél kevésbé sérüljenek. A törésnél további

fontos szempont, hogy minél kevesebb apró szemcse keletkezzen és a kukoricaszem minél nagyobb darabokra törjön. A törőgépekről az anyag síkszítákra kerül. A legnagyobb szemcseméretű darabokat visszavezetik a törőgépekre, az apró lisztszemcséket kiválasztják takarmánylisztbe, a különböző méretű darákat külön-külön légáramos osztályozásnak vetik alá a héjrészek eltávolítására. A kukoricacsíra és a dara szemcsemérete hasonló, ezek különválasztása vibro-fluid szeparátorral történik. A legnagyobb szemcseméretű dara pelyhesítésre alkalmas, pelyhesítés előtt nem kell szárítani.

Szárítás után következik az őrlés hengerszékeken. Aprító és osztályozó gépek követik egymást. Az első töretés után még választanak ki csíra maradékokat szitálással. A tiszta, minél alacsonyabb olajtartalmú, extrudálásra alkalmas kukoricadara előállításához daratisztítógépeket alkalmaznak (Monda et al., 1990).

— **Hántolástechnológia**

A termesztett magvak egy része alkalmatlan a közvetlen emberi fogyasztásra. Ennek egyik akadálya a héjazat. A hántolás célja a magokat borító külső, pelyvás héj eltávolítása és a hántolt mag tetszetőssé tétele, csiszolása, fényezése úgy, hogy a magbelső egészben maradjon.

A hántolás műveletei terményszíntűként változnak. Vannak olyan gabonafélék, amelyeken a külső héj nincs összenőve a magbelsővel. Ezekről egyszerű nyomó, csúsztató vagy dörzsölő hatással a külső héjazat eltávolítható (pl. rizs, hajdina, zab, napraforgó). Ezeknél az alapanyagoknál jellemző a kettős héjszerkezet. A külső pelyvás héj, mint burok fogja közre a magot. A belső héj a mag szerves része, összenőtt azzal. A magtesttel összenőtt hártya finom csiszolással távolítható el. Olyan gabonaféléknél, ahol a héj szorosan összenőtt a magbelsővel, a héjtalánítás többfokozatú dörzsöléssel valósítható meg (pl. árpa, cirok). Adhéziós kapcsolat van a köles, szója, borsó, lencse héja és magbelsője között. A hántolt késztermékek tetszetőssé tétele érdekében különböző kikészítési eljárásokat alkalmaznak, pl. fényezés, festés (Csonka, 1998).

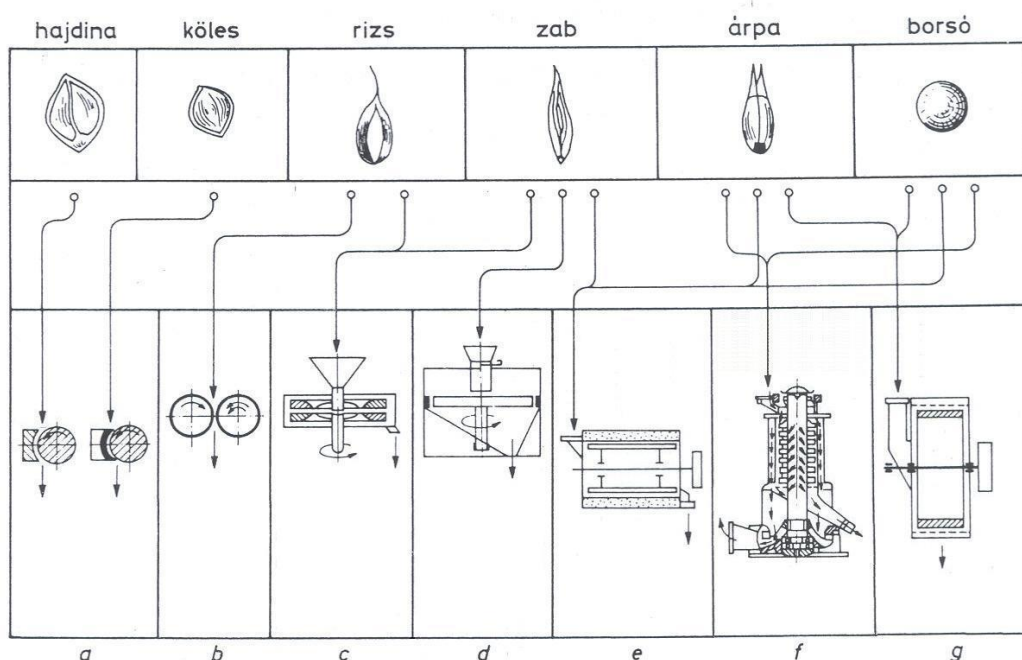
— **A hántolás módszerei**

A hántolás módját a hántolási alapanyag szemszerkezeti tulajdonságai határozzák meg.

Működésük szerint a hántolók 5 csoportba oszthatók:

1. féktuskós (papucsos) hántolók
2. gumihengeres-, gumiszalagos hántolók
3. alulforgó hántoló
4. ütköztetési hántolók (röpítő, verőléces hántolók)
5. köszörüléssel hántolók (tárcsafűzéses, köszörűs hántolók)

Az egyes gabonafélékre alkalmazható hántolási lehetőségeket a 14. ábra szemlélteti.



14. ábra Hántolási lehetőségek (Monda et al., 1990)

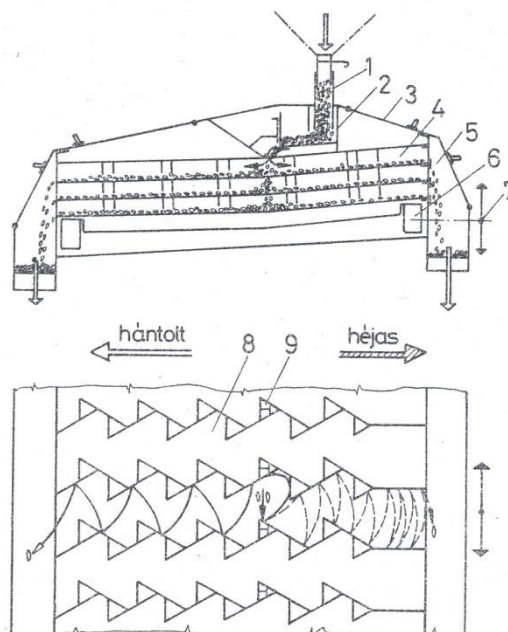
a) papucsos hántolók, b) gumihengeres hántolók, c) alulforgó hántoló, d) röpítő hántoló, e) verőléces hántoló, f) tárcsafűzéses hántoló, g) köszörűs hántoló

— A hántolás utáni osztályozó műveletek

A szemek egyenlőtlen méretei, szilárdsági tulajdonságai miatt a hántolás nem tökéletes, illetve a hántolási fok növelésének határt szab a szemtörés mértékének elfogadható szinten tartása. A késztermékben viszont nem lehetnek hájas szemek, ezért azokat hántolás után ki kell választani a hántolt szemek közül.

Éles méret szerinti osztályozás esetén – a méret szerint elkülönített szemeket külön-külön hántolva – a hántolást követően a héjas szemek méret szerinti osztályozással, rostálással kiválaszthatók. Ez a szeparálás azonban nem tökéletes, így a héjas szemek kiválasztására ún. válogató asztalokat használnak.

A paddy asztal (15. ábra) a szemek rugalmassága, felületi érdessége és sűrűsége alapján osztályoz. A cikk-cakk csatornában az érdes, könnyű szemcsék felfelé, a sima, nehéz szemcsék lefelé mozognak. A paddy asztalokat a rizs hántolásánál használják.



15. ábra Válogató (Paddy) asztal (Monda et al., 1990)

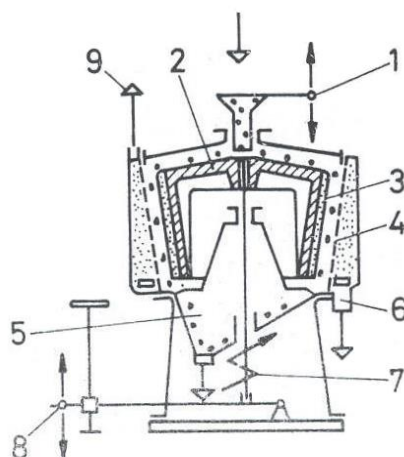
1 – beömlés, 2 – elosztó vályú, 3 – burkolat, 4 – osztályozószint, 5 – gyűjtővályú, 6 – tartókeret, 7 – lejtés állítás, 8 – zezug csatorna, 9 – ejtőnyílás

Több hántolt mag hántolás utáni osztályozásához a vibro-fluid szeparátor alkalmazható.

Napraforgó esetén a hántolt és hántolatlan szemek szétválogatásához a színkülönbségen alapuló fotocellás színszeparátorokat vagy színszelektorokat alkalmaznak. A fotocella sötét szemet érzékelve kis mágnesszelepet nyit, és a nemkívánt szemcsét sűrített levegővel kifújja a szemenként vezetett anyagáramból.

— *A hántolt szemek csiszolása*

A *kúpos csiszológép* (16. ábra) a hosszúkas szemek, főként a rizs és árpa csiszolására alkalmas. A csiszolás művelete megőrzi a szem eredeti alakját. Az álló munkafelület drótszövet kosár, amelyet gumifékek osztanak egyenletes mezőkre. A gumifékek lassítják a szemek haladási sebességét, és forgatják azokat. A forgó munkafelület öntött műkö, amely fokozatos dörzsöléssel fehéríti a rizsszemet. Újabban alkalmazzák az éles köpenyű csiszológépeket. Ezek nem dörzsölik a rizst, hanem apró pikkelyek formájában veszik le az ezüsthártyát. Ezzel a módszerrel a rizs kevésbé melegszik fel, és nem repedezik.



16. ábra Kúpos csiszológép (Monda et al., 1990)

1 – bevezető tölcser, 2 – szórótányér, 3 – csiszolókúp, 4 – csiszolókosár gumifékkal,
5 – rizs kiömlés, 6 – korpa kiömlés, 7 – meghajtás, 8 – szabályozás, 9 – megszívás

A csiszoló műveleteket több fokozatban végzik, hogy az intenzív dörzsölő hatás miatti melegedést elkerüljék. Minden csiszolás után a szellőztető hűtést, valamint a leválasztott héjrészek elszívását légáramos osztályozó művelettel oldják meg.

A héjatlanított, egész vagy darabolt és kellően legömbölyített árpaszemeket csiszológéppel talkum hozzáadása mellett csiszolják fényesre. A szemek felületére tapadt liszt- és talkumszemcséket pedig kúpos keféggel távolítják el. A csiszoló fényesítés a hántolt árpaszemek kedvezőtlen szürkés színű, barázdált felszínének fehéritését, fényesítését szolgálja.

— *A gőzölés és hevítés szerepe a hántolásban*

A borsót, kölest, hajdinát hántolás előtt gőzöléssel kezelik. A gőzölés hatására a szemtermés héja megpuhul, átnedvesedik, elválk a magbelsőtől, majd gyors kontakt szárítás után felreped, ezáltal könnyebbé válik a hántolás. A gőzölés legjellegzetesebb eszköze a gőzölő csiga. A berendezés több egységből állítható össze a gőzölési úthossznak megfelelően. Az utolsó csigaszakasz a szárító egység. Minden csigaszakasz duplikált köpenyű, de a gőzölő szakaszok anyagterébe direkt gőz is vezethető. A gőzölés utáni kontaktszáritás hatékony eszköze a tálcás szárító. A szárítás deformálja a héjat, amely emiatt felreped.

A zab nagy olajtartalma miatt a késztermék avasodásának megakadályozása érdekében a lipáz enzim inaktíválása szükséges. Ezt a zab kb. 2 órás időtartamú száraz hevítésével lehet megoldani. A hevítés történhet héjas, vagy hántolt alakban, amely során az anyag hőmérséklete 80°C körüli kell hogy legyen.

A hántolás utáni hevítés energiatakarékosabb (a héjat nem kell melegíteni), viszont így a melléktermékek nem kapnak védelmet az avasodás ellen.

A hántolt borsó felülete matt. A szemek felületét fényezéssel teszik tetszetősebbé. A fényezésre sima falú, öntöttvas fényezőüstöket használnak. Az üstben csiga mozgatja a töltetet. Az edény fala átmelegíti a borsószemeket, ennek hatására a magbelső olajtartalma a felületet átítatja, amittől a szemek fényesek lesznek (Monda et al., 1990, Csonka, 1998, Hosney, 1998).

— **Hidrotermikus műveletek**

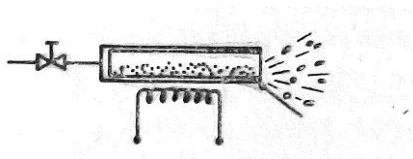
A gabonafélék legnagyobb hányada keményítő, amely az emberi szervezet fontos tápláléka, viszont nyers állapotban viszonylag nehezen emészthető. A hidrotermikus műveletek célja a keményítő feltárása, emészthetőségének javítása, íz- és aromaanyagok képzésével az élvezeti érték növelése.

A hidrotermikus kezelések alkalmazása új forrásokat nyit meg a táplálkozás számára. Az így előállított termékek közvetlenül fogyaszthatók. Lehetőséget adnak a növényi fehérjék és diétás rostok bevitelére.

A hidrotermikus műveletek közös jellemzője a nedvességtartalom megfelelő mértékű növelése, valamint a magas hőmérsékleten és nyomáson való hőkezelés, ami a termék lazítottságának és térfogatának jelentős növekedésével jár.

— ***Puffasztás***

Az előkészített egész gabonaszemeket szakaszosan töltött, nagy nyomású zárt térben hevítik (17. ábra). Innen a túlhevített gőzzel átítatott gabonaszemek a szabad térbe jutva eredeti térfogatuk 8- 10-szeresére duzzadnak. Ezeket a termékeket összepréselt formában is gyártják.

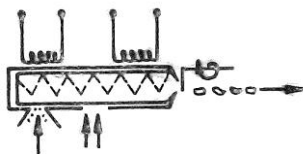


17. ábra Puffasztás

— ***Extrudálás***

Az extrudálás speciális csigával kis nyíláson való nagy nyomású kipréselést jelent (18. ábra). Az extrudálás alapanyagai megfelelő nedvességtartalmú gabonaőrlemények, pl. kukoricadara. A bennük lévő keményítő a magas hőmérséklet és nyomás következtében mechanikusan és termikusan feltáródik, elcsirizesedik. Javul az emészthetőség, az emésztést gátló inhibitorok inaktíválódnak. A nagynyomású expanziót követően szűk nyíláson szabadba lépő képlékeny

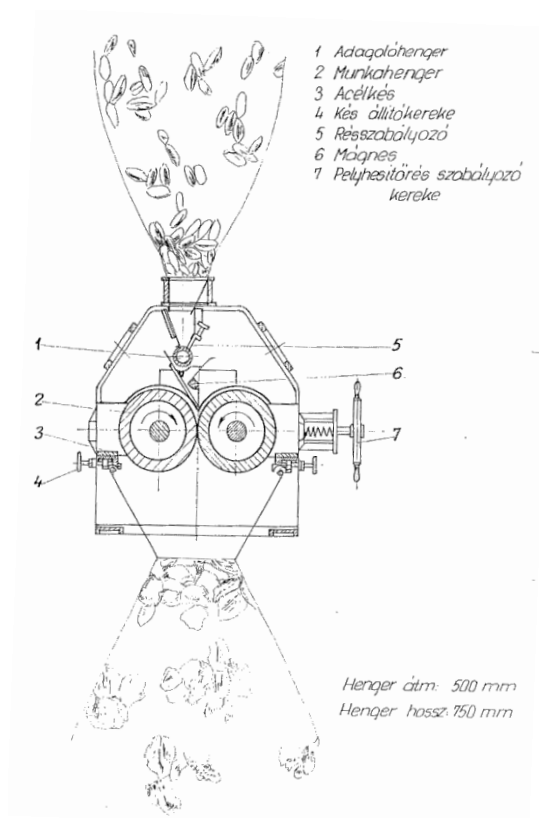
anyag térfogata a többszörösére nő és megszilárdul. A késztermék alakja a kilépőnyílás formájától is függ.



18. ábra Extrudálás

Pelyhesítés

A pelyhesítés során a csupasz, hántolt szemes terményeket vagy azok törmelékeit általában 100°C-os gőzzel való 10-20 perces kezelést követően lapítóhengerek között lapítják (pelyhesítik) (19. ábra). Pelyhesítés után hűtve szárítást alkalmaznak. Ezzel az eljárással reggeli cereáliák, müzli-félék, háztartási, sütőipari és édesipari adalékok számtalan alapanyaga állítható elő. legjellegzetesebb terméke a zabpehely.



19. ábra Pelyhesítés lapítóhengerekkel

A zabpehely gyártása során a hántolt zabot hőkezelik forró gőzzel vagy száraz hevítéssel. Ennek során inaktiválódnak az enzimek (lipáz, lipoxigenáz, peroxidáz), amik bontási folyamataik

révén keserű ízt okoznak, és kellemes ízű pirított zabpelyhet kapunk. Emellett a megemelt hőmérséklet és az alacsony nedvességtartalom csökkent a mikrobaszámot. A hő hatására azonban csökken a B1 vitamin tartalom (Arendt és Zannini, 2013).

— ***Ellenőrző kérdések***

1. Milyen sajátosságai vannak a durum búza őrléstechnológiájának?
2. Milyen sajátosságai vannak a rozs őrléstechnológiájának?
3. Mik a kukorica malmai feldolgozásának lépései?
4. Milyen típusai vannak a hántológépeknek?
5. Mi a hidrotermikus műveletek lényege?

— **FELHASZNÁLT IRODALOM**

- Arendt, E. K., Zannini E. (2013): Cereal grains for the food and beverage industries, Woodhead Publishing Limited
- Bottega, G., Cecchini, C., D'Egidio, M.G., Marti, A., Pagani, M.A. (2009): Debranning process to improve Quality and safety of wheat and wheat products, *Tecnica Molitoria International Yearly*, issue 2009, 67-78.
- Brera, C., Catalano, C., De Santis, B., Debegnach, F., De Giacomo, M., Pannunzi E. (2006): Effects of industrial processing on the distribution of aflatoxins and zearlenone in corn-milling fractions. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 54, 5014-5019.
- Csonka K. (1998): Szakágazati technológia, malomipar I-II, Agrárszakoktatási Intézet, Budapest
- Dexter, J.E., Wood, P.J. (1996): Recent applications of debranning wheat before milling. *Trends in Food Science and Technology* 7: 35-41.
- Erling, P. (2003): Handbuch Mehl- und Schälmuellerei, Agrimedia, pp
- EU 1881/2006/EK Rendelete (2006. december 19.) az élelmiszerekben előforduló egyes szennyező anyagok felső határértékeinek meghatározásáról
- Hoseney, R. C. (1998): Principles of cereal science and technology, American Association of Cereal Chemists, St. Paul Minnesota, USA,
- <http://www.satake-europe.com>
- <http://www.buhlergroup.com>
- <http://www.cimbria.com>
- Lorenz K. J., Kulp K. (1991): *Handbook of Cereal Science and Technology*. Marcel Dekker Inc. New
- MÉ 2-201 Malomipari termékek
- Monda S., Mosonyi Á., Tóth J. (1990): Gabonaipari technológiák, Kertészeti Egyetem, Bp.
- MSZ 6383: 2017 A búza
- Posner, E. S., Hibbs, A. N. (2011): Wheat flour milling, American Association of Cereal Chemists, Inc., St. Paul, Minnesota, U.S.A.
- Ranieri, R., (2011): Wheat debranning: industrial applications on durum wheat, Open Fields srl, Parma, Italy, 6th Annual IAOM Eurasia District Florence, Italy September 13th 2011., (<http://www.openfields.it/doc/110919-openfields.pdf>)
- Véha A., (szerk: Biacs P., Szabó G., Szendrő P.) (2010): Élelmiszer-technológia mérnököknek, SZTE Mérnöki Kar, Szeged



SÜTŐIPAR

című tananyag

Dr. Szabó P. Balázs PhD., főiskolai docens
Zakupszki Zita Boglárka, szakmai szolgáltató

Szegedi Tudományegyetem Mérnöki Kar

Élelmiszermérnöki Intézet

2019.

Tartalomjegyzék

<u>SÜTŐIPARBAN FELHASZNÁLT ANYAGOK, TERMÉKEK</u>	40
<u><i>A sütőiparban felhasználásra kerülő anyagok</i></u>	40
<u>Alapanyagok</u>	40
<u>Segédanyagok</u>	40
<u>Járolékos anyagok</u>	42
<u>Egyéb anyagok</u>	42
<u><i>A sütőipari termékek</i></u>	43
<u>Kenyérfélék</u>	43
<u>Sütőipari fehértermékek</u>	44
<u>Egyéb sütőipari termékek</u>	46
<u><i>Sütéspróba (MSZ 6369/8-1988)</i></u>	46
<u>A módszer elve</u>	47
<u>Eszközök</u>	48
<u>A próbacipó készítése</u>	48
<u>A próbacipó minősítése</u>	49
<u><i>Ellenőrző kérdések</i></u>	57
<u>A SÜTŐIPARI TERMÉKEK ÁLTALÁNOS GYÁRTÁSTECHNOLÓGIÁJA</u>	59
<u><i>Nyersanyagok előkészítése</i></u>	59
<u><i>Tésztakészítés</i></u>	59
<u><i>Tésztafeldolgozás</i></u>	66
<u><i>Kelesztés</i></u>	68
<u><i>Sütés</i></u>	70
<u><i>Készárukezelés</i></u>	72
<u><i>Ellenőrző kérdések</i></u>	74
<u>SÜTŐIPAR FEJLESZTÉSI IRÁNYAI</u>	75
<u><i>A sütőipar fejlesztési irányai</i></u>	75
<u>Allergénmentes sütőipari termékek</u>	75
<u>Dúsított sütőipari termékek</u>	76

<u>Vitamin-dúsított sütőipari termékek</u>	76
<u>Ásványi anyagokkal dúsított sütőipari termékek</u>	77
<u>Fehérjedúsított sütőipari termékek</u>	77
<u>Szénhidrátdúsított sütőipari termékek</u>	79
<u>Rostdúsított sütőipari termékek</u>	79
<u>Csökkentett tartalmú sütőipari termékek</u>	80
<u>A zsemlemorzsza gyártástechnológiája</u>	81
<u>A gyorsfagyasztott termékek gyártástechnológiája</u>	81
<u>Sütőipari termékek érzékszervi pontozásos bírálata és minősítése (MSZ 20501/2-1989).</u>	83
<u>Mintavétel és minta-előkészítés</u>	84
<u>A vizsgálat végrehajtása</u>	84
<u>Az eredmények kiértékelése</u>	87
<u>Ellenőrző kérdések</u>	88
<u>FELHASZNÁLT IRODALMAK</u>	89

A tananyag az EFOP-3.5.1-16.2017-00004 pályázat támogatásával készült.

— SÜTŐIPARBAN FELHASZNÁLT ANYAGOK, TERMÉKEK
SÜTÉSPRÓBA

— **A sütőiparban felhasználásra kerülő anyagok**

A sütőiparban felhasználásra kerülő anyagokat az alábbi kategóriákba tudjuk beosztani, mint alapanyagok, segédanyagok, járulékos anyagok, technológiát segítő anyagok, és csomagolóanyagok. Az alapanyagokon kívül minden sütőiparban felhasználásra kerülő anyagot összességében adalékanyagnak nevezzük.

— **Alapanyagok**

Alapanyagoknak tekintünk minden olyan anyagot, amelyek a termék kialakításához feltétlenül és nagy mennyiségben szükségesek. A sütőiparban ide soroljuk a különböző **gabonaőrleményeket** és a **vízet**.

A sütőipari termékek legfőbb alapanyaga a **liszt**, amely a termék legfontosabb minőségbefolyásoló paramétere. A lisztek minőségi és tisztasági követelményeit a *Magyar Élelmiszerkönyv 2-201 számú irányelve* határozza meg. A termék minőségét, technológiai tulajdonságait a liszt vízfelvevő képessége, a lisztből kialakított tészta reológiai tulajdonságai, valamint a tészta megfelelő enzimes állapota határozza meg. Mindezen tulajdonságokat az őrlemény kémiai összetétele, mikro flórája és enzimtartalma határozza meg (Werli, 1998).

A tészta kialakítása során alkalmazott víznek teljesítenie kell a jó **ivóvíz** követelményeit, vagyis a folyadék legyen átlátszó, színtelen, szagtalan, lebegő részekről és mikroorganizmus fertőzéstől mentes. Az ivóvíz minőségi és tisztasági követelményeit a *201/2001 (X.25.) Kormány Rendelet* határozza meg. A víz keménysége hatással van a tészta szerkezetére, így a keményebb víz erősíti, míg a lágyabb víz gyengíti a sikérszerkezetet. A víz pH tartománya és ionösszetétele befolyással van az enzimek és mikrobák tevékenységeire. Az optimális víz közepes keménységű, amely szám szerint 10-18 nk°.

— **Segédanyagok**

A segédanyagokat két nagy csoportba tudjuk osztani, mint nélkülözhető és nélkülözhetetlen. **Nélkülözhetetlen segédanyagnak** tekintünk minden olyan adalékanyagot, amelyek a termékhez feltétlenül, de relatíve kis mennyiségben szükségesek. A sütőiparban ezek az anyagok jellemzően a **só** és az **élesztő**.

A **só**, az ízkialakítás mellett, vízelvonó, higroszkópos tulajdonsága révén hatással van a technológiai folyamatokra, amely során erősíti a tészta szerkezetét és gátolja a mikrobák,

enzimek tevékenységét. A sikérvázat stabilizálva javítja annak alaktartó képességét, melynek köszönhetően javul a tészta gáztartó képessége.

A **sütőélesztő** a sütőipari technológia jellemző lazítóanyaga. Az általa végzett alkoholos erjesztés kedvezően befolyásolja a tészta szerkezetét, érzékszervi tulajdonságait, továbbá az érés, kelesztés és sütés folyamatát, továbbá magas fehérjetartalmával javítja a sütőipari termékek tápértékét (Kovácsné, 2010). Az élesztő sütőipari célra történő felhasználásának általános előírásait az *MSZ-08-1329-1:0989 szabvány* tartalmazza.

Nélkülözhetők azok a **segédanyagok**, melyek kis mennyiségű adagolása mellett javítják a liszt minőségét, a késztermék tulajdonságait, gyorsítják a készítmények gyártását. Ebbe a kategóriába tartoznak a lisztjavító szerek, a fogyaszthatósági időt növelő szerek, és a technológiai folyamatokat egyszerűsítő anyagok.

A **lisztjavító szerek** a lisztek vízfelvevő és gázfejlesztő képességét növeli. Vízfelvétel fokozására gyakran alkalmaznak a sütőiparban forrázott lisztet vagy burgonya, búza, rozs esetleg kukorica keményítőjének elcsirizesedéséből készített pelyheket, liszteket (Tolnainé, 2008). Gázfejlesztés képességének javítása céljából enzimekészítményeket, mint csírázó gabonából kivont enzimekészítmények, kavkáz búzából készített enzimekivonat, az úgynevezett bulátát, vagy esetleg baktériumok, penészek enzimekivonataiból készített enzimepreparátumokat használnak fel. A vízfelvétel, gázfejlesztés és -visszatartás képességének komplex fejlesztésére aszkorbinsavat, szárított sikért, szójalisztet vagy tejfehérjét kevernek a technológia során a tésztához.

A **fogyaszthatósági időt növelő szerek** ismertetése során megkülönböztetünk penészedést, nyúlósodást gátló szereket és öregedést késleltető szereket. A penészesedést, nyúlósodást gátló szerek, más néven tartósítószer, az ecetsav, tejsav, kalcium-propionát, kálium-szorbát és az aszkorbinsav, amelyek egyfajta mikróbagátló szerek (Tolnainé, 2008). A termék öregedésének késleltetését a keményítő nedvességtartalmának átrendeződésének késleltetésével lehet elérni. A folyamat késleltethető, ha cukor helyett keményítőszörpöt használunk, a zsiradékokat egyenletesen eloszlatjuk emulgeálószer alkalmazásával, malátakészítményeket adagolunk a tésztához és a termék tárolása mélyhűtéssel történik. Az öregedés késleltetéséhez adalékanyagokat is alkalmazhatunk, mint zsírsavak mono- illetve digliceridjeit vagy diacetil-borkősavat (Szalai, 1990).

A **technológiai folyamatokat egyszerűsítő anyagok** felhasználásával célunk az idő- és eszköztakarékosság, a folyamatos, állandó tésztakonzisztencia biztosítása, mellyel a gépi feldolgozás tehető egyszerűvé. Ennek céljából gyakran adagolnak a sütőipari technológia során a tésztákhoz kovászt helyettesítő anyagokat és előkeverékeket. Az előkeverékek olyan több

komponensű, kombinált szerek, melyekben enzimaktív anyagok, sikérsztabilizáló adalékok, és emulgeátor egyaránt található (Tolnainé, 2008). A felhasználható adalékanyagokat a *Magyar Élelmiszerkönyv 1-2-89/107. számú előírása* tartalmazza, szabályozza.

— **Járulékos anyagok**

Járulékos anyagnak tekintünk minden olyan adalékanyagot, amelyek a termék jellegét módosító, táp- és élvezeti értékét befolyásoló anyagok. Ebbe a csoportba tartoznak a dúsító anyagok, a töltelékek, és az ízesítő anyagok.

A **dúsító anyagok** nagymértékben befolyásolják a sütőipari termékek tésztájának tulajdonságait, hozzáadásukkal a tészta alaktartóbbá, formálhatóbbá válik, amely változatos termékformát tesz lehetővé. Ilyen anyagoknak tekintjük a zsiradékot, a cukrot, a tejet, illetve tejport, és a tojást, illetve tojásport (Tolnainé, 2008). A dúsító anyagoknak egy csoportja az úgynevezett **speciális dúsítóanyagok**, amelyek a termék rost- illetve fehérje tartalmát növelik.

A **töltelékek** alkalmazása során a fő cél a sütőipari termék élvezeti- és tápértékének növelése. Alkalmaznak növényi eredetű anyagokat, mint friss és tartósított gyümölcsöket, gyümölcskészítményeket, mint vegyes gyümölcsíz, kajsziíz, de használnak olajos magvakat, mint dióbél, mák, illetve kakaót, továbbá pudingot. A termékeket gyakran dúsítják állati eredetű anyagokkal, mint húskészítmények, például virsli, kockázott vagy darált sonka, és vékonyan szeletelt vagy kockázott bacon szalonna, továbbá húskrém, májkrém, de tejtermékeket is alkalmaznak, mint túró, sajt.

Ízesítő anyagoknak azokat a növényekből, gombákból, állatokból, ásványokból kinyert anyagokból készült fűszereket nevezzük, amelyek segítségével a sütőipari tésztákat ízesítjük. A fűszerek íz-, szín-, illat- illetve tartósító anyagaikkal gazdagítják a pékterméket. Édes ízű tésztákhoz vanília, fahéj, szegfűszeg, citrom, ánizs, gyömbér, kardamon és kakaó kerülnek felhasználásra. Sós ízű termékek készítése során köményt, fekete és fehér borsot, koriandert, fűszerpaprikát és medvehagymát alkalmaznak.

— **Egyéb anyagok**

A **technológiát segítő anyagok** kizárólag a termék előállítását segítik, a termékbe nem kerülnek bele. Ilyen anyagok a sütőpapír, étolaj, pirított liszt, továbbá a keményítőpuder.

A **csomagoló anyagok**, mint a technológiát segítő anyagok, nem kerülnek a termékbe, azonban ezen anyagoknak a kizárólagos feladata a termék és annak környezetének védelme egymástól. A csomagolóanyag fajtáját a termék eltarthatósága befolyásolja. A termék eltarthatósága alapján beszélhetünk rövid eltarthatóságú termékekről, amelyekhez vízgőz áteresztő

csomagolóanyagot, és hosszú eltarthatóságú termékekről, amelyekhez vízgőz záró csomagolóanyagot alkalmazunk.

— **A sütőipari termékek**

A sütőipari termékek lisztből vízzel vagy tejjel, valamint különböző járulékos- és segédanyagok felhasználásával kialakított lazított tésztából sült élelmiszerek (Fekete, Dr. Sahin-Tóth és Suhajda Jánosné, 2011). A sütőipari termékek jellemzően magas szénhidráttartalommal rendelkeznek, amely jelentős részét a keményítő, kisebb részét pedig a cukrok és rostanyagok teszik ki. Ezekben a termékekben találhatóak továbbá nem teljes értékű fehérjék, valamint kisebb mennyiségben zsírok, ásványi anyagok, valamint B-vitamin. A sütőipari termékek minőségi követelményeit a *Magyar Élelmiszerkönyv 1-3/16-1* számú előírása tartalmazza.

A sütőipari termékeket kategóriákba tudjuk osztani tésztájuk minősége alapján, mint kenyérfélék, sütőipari fehértermékek, amelynek két alosztálya a dagasztott tésztából készült termékek és a finom pékáruk, morzsák, és gyorsfagyasztott áruk (Vincze Imréné, 2008).

— **Kenérfélék**

Kenérnek minősül a döntő részben gabonaörleményből kovászos technológiával vagy kovászt helyettesítő kovászkészítmény felhasználásával, tésztakészítéssel, alakítással, lazítással, sütéssel, majd csomagolással vagy csomagolás nélkül előállított termékek (MÉ 1-3/16-1). Magyarországon elsősorban búzalisztet alkalmaznak, azonban az egészséges táplálkozás előtérbe kerülésével egyre gyakrabban alkalmazzák az ásványi sókban gazdagabb búzakorpát vagy rozslisztet. A kenyér típusát főleg az alapanyagául szolgáló liszt minősége, de további összetevői is befolyásolják. A *Magyar Élelmiszerkönyv 1-3/16-1* számú előírása alapján a felhasznált liszt típus szerint a 1. táblázatban szereplő kategóriákba osztjuk a kenyereket.

A **rozsliszttel készült kenyerek** héja jellemzően sima, nem cserepesedő, barna színű, és bélzetük tömörebb szerkezetű, mint a búzaliszt felhasználásával készült kenyereké. A **fehér és félbarna kenyereknek** ezzel szemben a héja fényes, cserepes, ropogós, sárgásbarna, valamint a bélzetük lágy és rugalmas. A **tartós kenyerek** eltarthatósági ideje hosszabb, mint bármely más kenyérféleségé. Eltarthatósága köszönhető, hogy tartalmaz rozslisztet, margarint, különböző adalékanyagokat, mint szorbinsav és kalcium-propionát tartósítószeret, amelyek védik a terméket a penészedéstől, valamint a termék csomagolása vízgőzzáró, amely így késlelteti az öregedést, kiszáradást (Galambosné, 2012). Ebbe a kategóriába soroljuk azokat a kenyérféleségeket, mint a szeletelt szendvicsskenyeret, a szeletelt turistakenyeret, a szeletelt toast kenyeret, és a kétszersültek.

1. táblázat A Magyar Élelmiszerkönyv 1-3/16-1 számú előírása alapján a kenyérfélék kategorizálása a felhasznált liszt típus szerint

<i>Kenyér típus megnevezése</i>	<i>Felhasználható liszt típus megnevezése</i>	<i>Felhasználható liszt aránya %- ban kifejezve</i>
Búzakenyér	bármelyik BL típusú búzaőrlemény	legalább 95
Fehér kenyér	BL 80	100
Félbarna kenyér	BL 112	85
	RL 90	15
Rozsos kenyér	bármelyik BL típusú búzaőrlemény	legfeljebb 70
	bármelyik RL típusú rozsőrlemény	legalább 30
Rozskenyér	bármelyik BL típusú búzaőrlemény	legfeljebb 40
	bármelyik RL típusú rozsőrlemény	legalább 60
Graham-kenyér	BGL	legalább 90
	bármelyik BL típusú búzaőrlemény; bármelyik RL típusú rozsőrlemény	legfeljebb 10
Teljes kiőrlésű kenyér	teljes kiőrlésű liszt (búza, rozs, tönköly)	legalább 60
	bármelyik BL típusú búzaőrlemény; bármelyik RL típusú rozsőrlemény; tönkölybúza-őrlemény	legfeljebb 40
Tönkölybúza kenyér (tönkölykenyér)	tönkölybúza-őrlemény	legalább 60
	bármelyik BL típusú búzaőrlemény; bármelyik RL típusú rozsőrlemény	legfeljebb 40

— ***Sütőipari fehértermékek***

A ***sütőipari fehértermékek, péksütemények***, búzaliszt, élesztő vagy más szerkezetlázító anyagok, esetleg ízesítő, dúsító anyagok felhasználásával állítják elő. A járulékos anyagok alkalmazása és a tészta kialakításától függően 2 nagy csoportra oszthatjuk a péksüteményeket, mint dagasztott tésztából, illetve különleges eljárással kialakított tésztából készülő sütőipari fehértermékek. A sütőipari fehértermékek összehasonlítása a járulékos anyagok mennyisége alapján a 2. táblázatban látható.

2. táblázat Sütőipari fehértermékek Magyar Élelmiszerkönyv 1-3/16-1 számú előírás szerinti járulékos anyagtartalma

<i>Kémiai jellemzők [m/m%]</i>	SÜTŐIPARI FEHÉRTERMÉKEK					
	<i>Dagasztott tésztájú termékek</i>				<i>Különleges eljárással kialakított tésztájú termékek</i>	
	<i>Vizes tésztájú</i>	<i>Tejes tésztájú</i>	<i>Dúsított tésztájú</i>	<i>Tojással dúsított tésztájú</i>	<i>Omlós tésztájú</i>	<i>Leveles tésztájú</i>
Sótartalom	legfeljebb 2,1	legfeljebb 1,8	legfeljebb 1,3	legfeljebb 1,5	legfeljebb 4,0	legfeljebb 4,0
Zsirtartalom	-	legalább 2,2	legalább 4,4	legalább 8,1	legalább 20,0	legalább 20,0
Cukortartalom	-	legalább 1,5	legalább 3,0	legalább 8,0	legalább 4,5	legalább 4,5

A **dagasztással kialakított** tészták közé tartoznak a vizes tészták, a tejes tészták, a dúsított tészták és a tojással dúsított tészták (MÉ 1-3/16-1). A **vizes tésztából készült péksütemény** gabonaőrleményből, élesztő, só, víz és szükség szerint élelmiszer-adalékanyag és egyéb összetevők felhasználásával, tésztakészítéssel, alakítással, lazítással, majd sütéssel előállított termékek (MÉ 1-3/16-1). A vizes tészták nem tartalmaznak járulékos anyagokat, ebből kifolyólag laza bélzet jellemzi az ebből a tésztából készült termékeket. Vizes tésztából szokták készíteni például a vizes zsemlet, zsemlecipót. A **tejes tésztából készült péksütemény** gabonaőrleményből, élesztő, só, lisztre számított legalább 3% sovány tejpor vagy annak megfelelő egyéb típusú tejpor, illetve tej, étkezési zsiradék, cukor, víz és szükség szerint élelmiszer-adalékanyag és egyéb összetevők felhasználásával tésztakészítéssel, alakítással, lazítással, majd sütéssel előállított termék (MÉ 1-3/16-1). Tejes tésztából készül például a tejes kifli, a császárszemle, a nagy kifli, a fonott kalács. A **dúsított tésztából készült péksütemények** meghatározása teljes egészében megegyezik a tejes tésztából készült péksüteményekével. A dúsított tésztáknál jellemzően több cukrot és zsiradékot szoktak alkalmazni, mint a tejes tésztáknál, így ezeknek a termékeknek, a magasabb szénhidráttartalom miatt, sötétebb színű lesz a héja. A **tojással dúsított tésztából készült finom pékárukat** gabonaőrleményből, élesztő, só, tejpor vagy tej, étkezési zsiradék, cukor, víz és liszt kg-onként legalább 1 tojás vagy annak megfelelő tojáskészítmény, szükség szerint élelmiszer-adalékanyag és egyéb összetevők felhasználásával, tésztakészítéssel, alakítással, lazítással, majd sütéssel állítják elő (MÉ 1-3/16-1). A tojás, valamint a nagyobb mennyiségű cukor és zsiradék felhasználás következtében a

termék béléze foslós és édes ízű lesz. Ilyen tésztából készülnek például a briós, a finom fonott kalács, a puffancs, a kuglóf, a foslós kalács, a lekváros bukta, a túrós batyu.

Különleges eljárással készült tészták az omlós és a leveles tészták. Az **omlós tésztából készült finom pékárukat** gabonaörleményekből, élesztő, só, étkezési zsiradék, víz, szükség szerint dúsító- és élelmiszer-adalékanyag és egyéb összetevők felhasználásával, jellegzetes technológiával állítják elő (MÉ 1-3/16-1). Ezen termékek jellemzően kissé tömött bélézetű, rugalmatlan, omlós törésű finom pékáruk. Ide tartozik például a pozsonyi kifli, túrós pite, vajas- illetve tepertős pogácsa. A **leveles tésztából készült finom pékáruk** gabonaörlemények, só, étkezési zsiradék, víz, szükség szerint dúsító- és élelmiszer-adalékanyag felhasználásával előállított, laza, leveles szerkezetű termékek (MÉ 1-3/16-1). A leveles tésztából készült termékek lehetnek sós vagy édes ízűek is, mint például a túrós táska, a kakaós csiga, a búrkifli, a rongyos kifli, és a tiroli meggyes rétes.

— **Egyéb sütőipari termékek**

A **morzsák** tartós sütőipari termékek, amelyek alapanyaga lehet a termelőhelyiségből ki nem került alakhibás, esetleg túltermelés miatt eladhatatlan kenyerek, péksütemények, valamint a kifejezetten e célra előállított babajka. Alapanyag szerint megkülönböztetünk zsemlemorzsát, kenyérmorzsát, kevert morzsát, amely a zsemle- és kenyérmorzsá keveréke, valamint süteménymorzsát (Galambosné, 2012).

A **gyorsfagyasztott sütőipari termékek** olyan félkész termékek, amelyeket gyorsfagyasztással tartósítanak, és csak valamely további technológiai művelet, mint például sütés, alkalmazását követően fogyaszthatók (Vincze Imréné, 2008).

— **Sütéspróba (MSZ 6369/8-1988)**

A sütéspróba a lisztek sütőipari értékének meghatározásában a legbiztosabb módszer.

Olyan **komplex lisztvizsgálati módszer**, amely alapján átfogó tájékoztatást kapunk az adott örlemény sütőipari tulajdonságairól. A sütés során olyan rejtett liszthibák derülhetnek ki vagy összegeződhetnek olyan kisebb jelentőségű problémák negatív hatásai, amelyek a késztermékre már figyelemreméltó hatást gyakorolnak.

A sütéspróbát nem rendszeresen végzik, mert bonyolult, érzékeny a külső tényezők változásaira, jártasság- és eszközigényes, de legfőképpen időigényes vizsgálat.

A sütéspróbák változók, melyek a tészta receptúrájában, tömegében, hőmérsékletében, a tésztakészítés módjában, a dagasztás és átgyúrás erősségében, a tészta feldolgozásában,

kelesztésében és sütésében, a kisült termék minősítésében térhetnek el egymástól. Ezeket a módszereket két csoportba tudjuk elkülöníteni, mint:

- a **standard próbák**, amelyek minden részletükben azonosak, ilyenkor a lisztek közötti különbségek jól érvényesülnek,
- az **optimalizált próbák**, amelyek alkalmazkodnak a lisztek eltérő víz- és dagasztási igényéhez, ami viszont a gyakorlati alkalmazáshoz áll közelebb.

Ezek a tényezők természetesen hatással vannak a sütési végeredményre, ezért csak az azonos módszerrel kapott vizsgálati eredmények hasonlíthatók össze.

A gyakorlat során alkalmazott szabványos módszer részben optimalizált, azaz a liszt egyedi tésztaképző sajátosságai alapján meghatározott vízmennyiséggel készül a tészta. A lisztet előzetesen valorigráffal minősíteni szükséges. A műszeres vízfelvevő képességgel meghatározott vízmennyiséget kizárólag gépi dagasztás során alkalmazzuk, kézi dagasztás esetén a vízadagolást 2 %-kal szükséges csökkenteni az intenzitáskülönbség miatt.

A kisült cipót értékelik fizikai és érzékszervi vizsgálatok során. Fizikai vizsgálat során meghatározzuk a cipó:

- tömegét,
- alaki hányadosát,
- térfogatát,
- és fajlagos térfogatát.

Az érzékszervi vizsgálat során minősítjük a cipó:

- alakját,
- héját,
- bélzetét,
- szagát,
- és ízét.

— *A módszer elve*

Meghatározott laboratóriumi körülmények között, a lisztmintából kenyeret készítünk, amelynek vizsgálata alapján a liszt bizonyos tulajdonságait állapítjuk meg.

— ***Eszközök***

- Termosztát
- Táramérleg
- Elektromos laboratóriumi sütőkemence hőmérővel
- Laboratóriumi dagasztógép
- Tálak, kézi dagasztás és tésztaérlelés céljára fedővel
- Műanyag kártya
- Szakajtók
- Sütőlapát
- Nedvesítő kefe

— ***A próbacipó készítése***

— ***Tésztakészítés***

A próbacipó összetétele: 300 g liszt tömegére vonatkoztatott tömegszázalékban:

- 100 % liszt,
- 3% élesztő,
- 2% só,
- 0,5% cukor,
- a liszt műszeres vízfelvevő képességének és minőségi értékszámának megfelelő víz.

A sütéspróbához szükséges vízmennyiséget **14 % nedvességtartalmú liszt tömegére vonatkoztatott** %-ban a Mellékletben található 15. táblázatból keressük ki.

A tésztakészítést megelőzőleg a hozzávalókat előkészítjük. Az előkészítésbe tartozik:

- a liszt szitálása, közvetlen felhasználás előtti temperálása,
- a dagasztóvíz temperálása,
- hozzávalók szuszpendálása.

A szükséges vízmennyiség temperálásának célja, hogy beállítsuk a tészta kívánt hőmérsékletét.

A dagasztóvíz hőmérsékletét az alábbi képlettel számítjuk ki:

$$t_v = t_l + \frac{M_l * 0,4 * (t_t - t_l)}{M_v}$$

, ahol

t_v : a víz hőmérséklete (°C)

t_l : a liszt hőmérséklete (°C)

t_t : a tészta kívánt hőmérséklete (°C)

M_l : a bedagasztandó liszt tömege (g)

M_v : a számított víz mennyisége (ml).

0,4: a liszt és víz fajhőjének hányadosa.

A dagasztóvíz egy részéből külön-külön feloldjuk az élesztőt, a sót és a cukrot.

A kimért anyagokból kézzel, dagasztógép alkalmazása esetén 8-10 Wh/kg nagyságú erőteljes megmunkálással, kb 5 perc időtartam alatt, 28 °C hőmérsékletű, homogén tésztát készítünk.

A bedagasztott tészta hőmérsékletét ellenőrizzük, majd az edény falát műanyag kártya segítségével megtisztítjuk a rátapadt tésztareszektől, befedjük és a termosztátba tesszük.

— *Tésztaérlelés, mérés, alakítás*

A tésztát fedővel ellátott tálban, termosztátban, 31 °C hőmérsékleten 30 percig érleljük. Az érett tésztából cipónként 400 ± 1 g-ot lemérünk, majd 20 gömbölyítő mozdulattal gömb alakúra formáljuk és varrattal felfelé címkével ellátott, lisztezett szakajtóba helyezzük.

— *Kelesztés*

A tésztát a szakajtóval együtt azonnal a fedővel ellátott tálba helyezzük, lefedjük és a 31 °C-os, 85 %-os relatív páratartalmú termosztátban 30 percig kelesztjük.

— *Sütés*

A megkelt tésztát liszttel beszórt sütőlapára borítjuk, felületét vízbe mártott kefével megnedvesítjük, és 240 °C hőmérsékletű, kb. 93 % relatív páratartalmú 90-95 °C harmatpontú sütőtérbe helyezzük. Vetés után a kemencét ismét vízgőzzel telítjük.

A sütés időtartama kb. 30-35 perc, 360 g cipótömeg eléréséig.

— *A cipó lehűtése és tárolása*

A sütőtérből kivett cipó felületét vízbe mártott kefével megnedvesítjük és alsó lapjára fektetve léces állványra helyezzük.

— *A próbacipó minősítése*

— *A tömeg meghatározása*

A cipó tömegét kihűlt állapotban 0,1 g pontossággal táramérlegen megmérjük.

— *A térfogat meghatározása*

— *A módszer elve*

A termék térfogatát magkiszorításos módszerrel megmérjük.

A termék térfogata az üres mérőedényt teljesen kitöltő magmennyiségnek azzal a részével egyenlő, amely a terméknek a mérőedénybe helyezése után abból kiszorul.

— Eszközök

- Mérőedény
- Műanyagtálca
- Mérőhenger, 1000 és 500 cm³-es
- Lesimítós kés (vonalzó)

— Anyagok

- Légszáraz repcemag vagy mustármag

— Mintavétel

Az MSZ 6333 szerint. A minta ne legyen mélyen repedt, töredezett héjú, vagy erősen barázdált felületű.

— A vizsgálat végrehajtása

A mérőedényt a műanyagtálcára állítjuk, megtöltjük mustármaggal, felületét lesimító késsel lesimítjuk. A felesleges mag ekkor a tálcára kerül. Erre a magra a méréshez nincs szükség, ezért félretesszük.

A mérőedényből a mag jelentős részét üvegpohárral az 1000 cm³-es mérőhengerbe átöntjük. A mérendő cipót a mérőedényben maradt magra helyezzük. A mérőhengerből annyi magot öntünk rá vissza, hogy az edényt teljesen kitöltse. A mag felületét lesimító késsel ismét lesimítjuk. A mérőedényből kiszorított magot a mérőhengerbe visszaöntjük, ügyelve arra, hogy a leolvasás előtt a mérőhengerben a mag mindig azonosan tömörüljön, és hogy a magfelszín vízszintes legyen.

A próbapipó térfogatát az általa kiszorított mustármag térfogatából közvetlenül kapjuk meg, tehát a mag által a mérőhengerben elfoglalt térfogat adja a termék térfogatát.

— Az eredmények értékelése

A cipó térfogatát a 3. táblázat alapján minősítjük:

3. táblázat Próbacipó térfogatának értékelése

Minősítés	Liszt típus		Jellemzés
	BL 55	BL 80	
átlagosnál nagyobb	>1300 cm ³	>1200 cm ³	nagy gáztermelő képességű, jól nyújtható, jó gáztartó képességű tészta
megfelelő	>1150 cm ³	>1000 cm ³	megfelelő gáztermelő- és gáztartó-képességű tészta
átlagosnál kisebb	<1000 cm ³	<1150 cm ³	elégtelen gáztermelés és kis gáztartás, vagy kis gáztermelés és kis gáztartás, vagy megfelelő gáztermelés, de nagyon rugalmas, szívós tészta

A cipó térfogatának és tömegében ismeretében a fajlagos térfogat határozható meg az alábbi képlettel:

$$Fajtérfogat = \frac{V}{G}$$

, ahol

V: a cipó térfogata (cm³)

G: a cipó tömege (g).

A jó feldolgozási tulajdonságú liszt fajtérfogata:

- BL 55-ös liszt esetében $\geq 3,0$ cm³/g,
- BL 80-as liszt esetében $\geq 3,3$ cm³/g.

— A meghatározás pontossága

A meghatározásnál a középértéktől $\pm 4\%$ eltérés megengedett.

— Az alaki hányados meghatározása

— Fogalom meghatározás

A termék alakját jellemző alaki hányados (Ah) a szélesség és a magasság hányadosa.

— Eszközök

- Alaki hányados mérő készülék

— A vizsgálat végrehajtása

Az alaplapjára fordított kenyér tetejére (legnagyobb magasság) vízszintesen ráhelyezzük az alaki hányados mérő készülékre, majd beállítjuk a legnagyobb magasság és szélesség értékeket és leolvassuk a megfelelő számadatot.

A szélességet és magasságot a termék hosszának felezőpontjához közeli maximális értéknél mérjük, kivéve, ha a maximális méret feldolgozási vagy más hibából ered.

— Az eredmények kiszámítása

Az alaki hányados (Ah):

$$Ah = \frac{Y}{M}$$

, ahol

Y: a kenyér szélessége (mm)

M: a kenyér magassága (mm).

A számított értéket egy tizedesre kerekítve adjuk meg.

A készterméket az 4. táblázat alapján bíráljuk el:

4. táblázat Próbacipó alaki hányadosának értékelése

Minősítés	Liszt típus		Jellemzői
	BL 55	BL 80	
széles alsólapú	>2,0	>2,1	terüλέkeny, rossz alaktartó képességű tészta
megfelelő	1,7-2,0	1,8-2,1	megfelelő alaktartó képességű tészta
kis alsólapú	<1,7	<1,8	nagyon domborúan érő, jó alaktartó képességű tészta

— *Érzékszervi vizsgálat*

— A módszer elve

Az érzékszervi minősítés során a következő tulajdonságokat vizsgáljuk: alak, héj, bélzet.

— A vizsgálat végrehajtása

A minősítést a kisült, kihűlt cipó egészének megfigyelésével kezdjük. Figyelmünket az alak szabályosságára, szimmetrikusságára fordítjuk.

Ezt követően a **héj jellemzőit** állapítjuk meg. A héj színe a fakó világosbarnától a fényes sötétbarnáig változhat. Megfelelő a fényes, vörösesbarna szín. Vizsgáljuk a héj állapotát is.

A **bélzet** vizsgálatához a cipót éles, fűrészfogú késsel a legnagyobb magasság mentén óvatosan, sima metszetlapot képezve, félbevágjuk. Nappali megvilágítás mellett vizsgáljuk a bélzet színét és annak egyenletességét. A bélzet lazítottságát a porúsosságának vizsgálatával állapítjuk meg. A bélzet rugalmasságát a félbe vágott cipó függőleges irányú gyors összenyomásával, majd elengedésével vizsgáljuk.

Az **illatot** a cipó meleg és kihűlt állapotában, az **ízt** kihűlt állapotban bíráljuk.

— Az eredmények kiértékelése

A vizsgálat végeredményéből a kisült cipó jellemzőiből tehát leolvasható, hogy a liszt feldolgozása során milyen ténytulajdonságokkal kell számolni. Az észlelt tulajdonságok jelentősége a 5. táblázatban látható:

5. táblázat Próbacipó érzékszervi bírálata

	A tulajdonság és jelentősége	
Alak	Arányosan domború, szabályos cipóalak, alakítási hibától mentes	Hibátlan, jó alak
Héj	Jól színesedő, fényes	Jó
	Nagyon színeződő, fényes	Túlzott szénhidrátbontás (csírázott gabonaőrlemény)
	Rosszul színeződő, fakó	Nem kielégítő keményítőbontás
	Ropogós, cserepesedő	Jó liszt, teszta

(a táblázat a következő oldalon folytatódik)

	Merev, nem cserepesedő héj	Kis szénhidrátbontó tevékenység, túlzott proteáz aktivitás
	Zárt, összefüggő	Jó gáztartó-képesség
	Barázdált	Rossz gáztartó-képesség
	Repedt, kitüremkedett	Kemény, rosszul nyújtható, szívós tészta
Bélzet	Közepes pórusméret egyenletes elosztás, vékony pórusfal	Jó gáztermelő- és gáztartó-képesség, jól nyújtható tészta
	Rugalmas bélzet	Egészséges gabona őrlménye
	Rugalmatlan, de nem tapadó bélzet	Kismértékben csírázott búza lisztje
	Rugalmatlan, tapad, a bél elválk a héjtól	Csírázott gabona őrlménye
	Színe a feldolgozott liszt típusra jellemző	Jó
	A bél sötétebb	A liszt sötétebb, vagy defektes gabona őrlménye
Szag	A feldolgozott lisztből sütt termékre jellemző	Megfelelő
Íz	A feldolgozott lisztből sütt termékre jellemző, idegen íztól mentes	Megfelelő

Az üzemi megfelelő technológia kidolgozásához ismerni kell az egyes folyamatok sebességét. A próbacipó sütés értékelése azért nem korlátozódhat csak a végtermék, cipó minősítésére, hanem az értékelést a technológia során folyamatosan kell végezni, minden egyes fázisban rögzíteni kell észrevételeinket. Az egyes technológiai szakaszokban megfigyelendő tulajdonságok és értékelésük a 6. táblázatban látható:

6. táblázat Próbacipó érzékszervi bírálata a technológia során

Technológiai szakasz	Megfigyelt tulajdonságok	Értékelés
Dagasztás után közvetlenül	Tészta konzisztenciája	58 %, vagy ennél kevesebb vízadagolással lágy tészta -> kis vízfelvevő képesség (anyagnorma a lisztből nem tartható be), 59-60 % vízadagolással megfelelő tésztakeménység -> kielégítő vízfelvevő képesség, 60 %-nál nagyobb vízadagolással kemény tészta, vagy 62 %-nál nagyobb vízadagolással megfelelő tésztakeménység -> nagy vízfelvevő képesség
Érlelés után, feldolgozás közben	Tésztafelület	Összefüggő -> jó gáztartó-képesség, barázdált -> rossz gáztartó-képesség, fényes, ragacsos tapintás -> rossz víztartó-képesség, fénytelen -> megfelelő víztartó-képesség, száraz tapintás -> enzimszegény örlemény

(a táblázat a következő oldalon folytatódik)

	A tészta színe	dagasztás óta nem változott - > megfelelő, az érés alatt sötétedett -> túlnyomóan defektes gabona őrleménye, ha egyéb tulajdonság alapján meg is felel, csak keverve használható fel
	A tészta alakja	Érés alatt nagyon terül -> rossz alaktartó-képesség (nagy sikerterülés >10 mm), kismértékben terült -> megfelelő alaktartó- képességű (sikerterülés 6-10 mm), nem terült, nagyon domború - > nagyon jó alaktartó- képesség (sikerterülés <6 mm)

(a táblázat a következő oldalon folytatódik)

	A tészta térfogata	nagyobb az átlagosnál -> nagy gáztermelő-képesség és jó gáztartó-képesség, megfelelő -> kielégítő gáztermelő- és gázvisszatartó-képesség, kicsi -> elégtelen gáztermelő- és gáztartó-képesség vagy elégtelen gáztermelő-képesség és túlságosan szívós tészta, vagy megfelelő, vagy nagy gáztermelő-képesség és elégtelen gázvisszatartó-képesség
	A tészta tulajdonságai megmunkálás közben	nagyon rugalmas közepesen rugalmas rugalmatlan kézhez tapad -> rossz víztartó-képesség
Kelesztés alatt	Tészta felülete, színe, alakja, térfogata	mint az érlelés után

— **Ellenőrző kérdések**

1. A sütőipari termékeket milyen kategóriákba sorolhatjuk? Minden termék kategóriára írjon 2-2 példát!
2. Mik a sütőipari termékek általános jellemzői?
3. Alapanyagát tekintve milyen morzsákat különböztethetünk meg?
4. A sütőiparban felhasználásra kerülő anyagokat milyen kategóriákba sorolhatjuk? Minden csoportra írjon 2-2 példát!

5. A termék öregedésének késleltetésére az adalékanyag hozzáadásán kívül milyen módszereket ismer?
6. Milyen célból alkalmazunk technológiai folyamatokat egyszerűsítő anyagokat?
7. Eltarthatóság szempontjából milyen csomagoló anyagokat alkalmaznak a sütőiparban?
8. Mi az előnye illetve hátránya a sütéspróbának?
9. Ismertesse és jellemezze a sütéspróba csoportjait!
10. Mit nevezünk alaki hányadosnak?

— A SÜTŐIPARI TERMÉKEK ÁLTALÁNOS GYÁRTÁSTECHNOLÓGIÁJA

A sütőipari termékek gyártástechnológiája a kenyérfélék és a fehértermékek esetében kismértékben különbözőségeket mutatnak, azonban különbségek még a sütőipari fehértermékek között is megfigyelhetők. A technológia diverzitását a fehértermékek között az azokban megjelenő dúsítóanyagok fajtája és mennyisége, illetve az adott fehértermék sajátosságai határozzák meg.

A sütőipari termékek gyártástechnológiája általánosságban az alábbi lépésekből állnak: nyersanyagok előkészítése, tésztakészítés, tésztafeldolgozás, kelesztés, sütés és a készáru kezelése.

— Nyersanyagok előkészítése

A nyersanyagok előkészítése során elsősorban ***temperáljuk a felhasználásra kerülő anyagokat***, amely elősegíti a megfelelő minőségű tészta kialakítását. A liszt temperálására csak akkor van szükség, ha annak hőmérséklete olyan alacsony, hogy az általános 30-32 °C tésztahőmérséklet (kivéve leveles tésztából készült termékek) csak 45 °C-nál melegebb dagasztóvízzel érhető el, amely már károsító hatással lenne az élesztő és a liszt technofunkcionális tulajdonságaira (Lakatos, 2013). Abban az esetben, ha intenzív dagasztással készítjük el a tésztát, a művelet során keletkező hőnek köszönhetően nincs szükség a liszt előmelegítésére.

A nyersanyagok mellett a ***dagasztóvizet is temperáljuk***. A víz hőmérséklete határozza meg a tészta, illetve közvetett technológia esetén a kovász hőmérsékletét.

Az üzemekben gyakran ***kevert lisztekkel*** dolgoznak. Kis üzemekben ezt a szitálás műveletével hajtják végre, azonban nagy üzemekben erre a célra cellás adagolót, térfogat adagolót vagy tömegadagolót alkalmaznak (Lakatos, 2013).

A termék gyártásának alapvető lépése a nyersanyagok előkészítése során a ***felhasználásra kerülő anyagok kimérése***, amelyek lisztre meghatározott mennyiségét a termék anyagnormája írja le. A dúsító anyagok lisztre vonatkoztatott mennyisége határozza meg a fehéripari termékek fajtáját. A mérőműveletét kisüzemekben mérleg, nagyüzemekben automata vezérlésű mérő-adagoló rendszer segítségével valósítják meg (Lakatos, 2013).

— Tésztakészítés

Sütőipari termékek előállításához mindig tésztát kell készíteni, ez a megfelelően előkészített alapanyagok megfelelő arányú összekeverésével valósul meg. A tészta összetételét a késztermék tulajdonságai, a tésztafeldolgozás módja és gépi berendezései is döntően

befolyásolják, közös jellemzőjük azonban, hogy érési időtartamuk alatt a frissen bedagasztott éretlen tésztából a feldolgozásra alkalmas érett tésztává alakulnak. A tészta kialakítása kétféle módon közvetlen vagy közvetett eljárással valósul meg.

Közvetlen tésztakészítésnél a felhasználásra kerülő nyersanyagok egészét egy műveletben keverik össze a dagasztóvízzel. Ezt az eljárást elsősorban péksüteményeknél alkalmazzák.

Közvetett tésztakészítésnél először előtésztát, **kovászt**, vagyis a felhasználandó liszt egy meghatározott részéből élesztő és víz felhasználásával kialakított, majd érlelt tészta. A kovászos eljárást, vagyis a kovászt, főleg a kenyérfélék előállításakor alkalmazzák, a nyári hónapokban azonban a kenyérjellegű péksüteményeknél a romlás veszélyének csökkentésére is használják, főleg vizes, tejes és dúsított termékek gyártásánál. Természetesen a kenyér- és a fehértermék-kovász technológiai jellemzői különböznek. A kovászosítás célja elsősorban az élesztőgombák elszaporítása, a savtermelés, a fehérjeduzzadás és enzimes fehérjebontás elősegítése. A kovász jellemzésére a kovász technológiai mutatói szolgálnak (Szalai, 1990). Ilyen mutatók a kovász nagysága, sűrűsége, hőmérséklete, a beleadagolt élesztő mennyisége és az érési ideje. A kovász nagyságon a kovászbba adagolt liszt mennyiségét értjük az összes liszt tömegszázalékában kifejezve, így megkülönböztetünk kis- (25-35 m/m%), közepes- (35-45 m/m%), valamint nagy (45-65 m/m%) kovászt. Nagysága a siker erősségétől függ, ugyanis a gyenge siker kis kovászt, míg az erős siker nagy kovászt igényel. A kovász sűrűségén a kovászosításhoz felhasznált víz mennyiségét értjük a kovászosításhoz adagolt liszt m/m%-ában kifejezve. Ez alapján megkülönböztetünk sűrű (50-60 m/m%), félsűrű (60-80 m/m%) és híg (80-100 m/m%) kovászt (Kovácsné, 2010). A kovászbba adagolt élesztő mennyisége és minősége termékeként változó. Kenyér gyártásánál a teljes élesztő mennyiséget a kovászbba adagolják, míg a fehértermékek esetében csak a felét, vagy harmadát, a fennmaradó mennyiséget a dagasztáskor. (Werli, 1998). Kenyér kovász esetén, az élesztőn kívül, kovászmaggal is vihetünk aktív élesztősejteket a kovászbba. A kovászmag, mint sok savtermelő mikroorganizmust tartalmazó oltóanyag a savanyodást gyorsítja elő. Korszerű technológiát starterkultúrára is alapoznak. Ezek az anyagok a kenyérfeldolgozáshoz szükséges tejsav termelő mikroorganizmusokat tiszta állapotban tartalmazzák. Fontos tudni, hogy a starterkultúrák nem egy mikroorganizmus tömegét, hanem mikroorganizmusok megfelelő arányú keverékét tartalmazzák, így teljes aroma komplexet képeznek a termékben (Werli, 1998). A kovász érési ideje a többi technológiai mutató függvénye, ugyanis minél hígabb, minél melegebb és minél több élesztőt használunk fel hozzá, annál gyorsabban érik. Legerősebb hatása a hőmérsékletnek van. Érési időtartamok szerint megkülönböztetünk rövid (2-3 óra), közepes (5-8 óra) és hosszú (18-20 óra) érésű kovászt. A kovász érlelését akkor tekintjük befejezettnek, ha a kovászbba lejátszódó folyamatok az

elvárásainknak megfelelően végbementek. A kovászbán lejátszódó folyamatok közül megkülönböztetünk mikrobiológiai, kolloidális és enzimikus folyamatokat (Szalai, 1990). Ezek közt a savtermelő baktériumok tevékenységét, sikérképző fehérjék duzzadását, a keményítő és fehérjék bontását említhetjük.

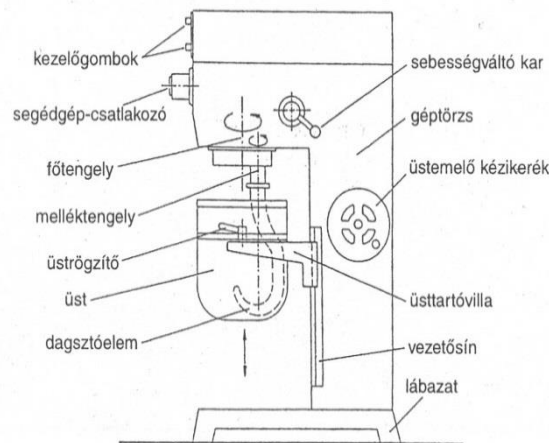
A **dagasztás** a tésztaképzés művelete. A tésztaképződés kolloidikai, fizikai, kémiai, valamint mechanikai folyamatokból áll (Szalai, 1990). A folyamat során a keményítő és a cellulóz átnedvesedik, így kialakítva egy tartós szerkezetet, amely állás során fellépő folyamatos, irreverzibilis vízleadását a termék öregedésének nevezzük. A cukrok, ásványi sók és a fehérjék egy kolloid oldatot képeznek. A liszt vízzel oldhatatlan tartalék fehérjéinek, gliadin és glutenin, fehérjekomplexe jelentős vízmegkötés hatására, egyre nagyobb aggregátumokká állnak össze, és miközben duzzadásuk tovább folyik, előbb filmszerű, majd térhálós szerkezetet alkotnak, amely biztosítja a tészta egységes, kohezív, viszkoelasztikus jellegét (Werli, 1998). Kémiai szempontból elengedhetetlen megemlíteni, hogy ez a szerkezet különböző kötésekkel, diszulfid-hidakkal, észter kötésekkel alakul ki, így gyakorlatilag egyetlen óriás molekulának foghatjuk fel a tészta teljes tömegében lévő sikért. A dagasztás célja ennek az állapotnak az elősegítése. A mechano-kémiai folyamat akkor jut szerephez, ha a mechanikai munka fajlagos teljesítményértéke egy bizonyos értéket meghalad. Ebben az esetben a duzzadt, vagy részben duzzadt hidrogél kémiaiilag poláros csoportjai a vízmolekulához fizikailag olyan közel jutnak, hogy poláros kötés jön létre a fehérjék olyan pontjain is, amelyeken ezen intenzitás nélkül nem jött volna létre (Szalai, 1990). Ennek fontossága a különböző dagasztási módoknál megfigyelhető. Elmondhatjuk tehát, hogy a tésztaképzési művelet kettős célt szolgál, egyrészt elegyíteni, egyneműsíteni a tésztaképző nyersanyagokat, másrészt mechanikai munka segítségével elősegíteni a sikérfehérjék duzzadását.

A tészta gépi összeállítását dagasztógépekkel végezzük. A dagasztóelemek fordulatszáma alapján a dagasztásnak három módja különböztethető meg, mint a hagyományos dagasztás, a gyors dagasztás és az intenzív dagasztás. A dagasztási módokat különböző paraméterekkel jellemezhetünk az 7. táblázat alapján.

7. táblázat Dagasztási módok és paramétereik (Lakatos, 2013)

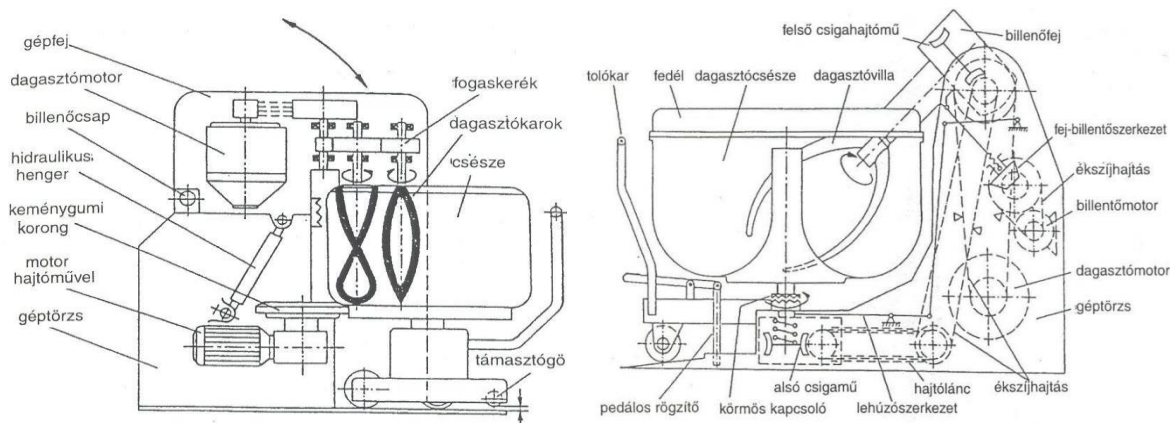
Dagasztási mód	Fordulatszám [fordulat/perc]	Dagasztási idő [perc]	Fajlagos dag. munka (kJ/kg tészta)
Hagyományos	<30	10-15	7-10
Félgyors	30-80	8-10	10-15
Gyors	90-240	5-8	15-20
Intenzív	250-600	<3	30-45

A *hagyományos dagasztógépek* legtöbbje a kézi dagasztó munkás mozdulatait igyekszik utánózni. A tésztaképző anyagok homogenizálása lassan következik be, ebből következően nagyobb tömegű tészta dagasztása során inhomogén részeket különböztethetünk meg, vagyis gyakorlatilag egy időben vannak jelen a tészta tömegében különböző dagasztottsági állapotú részek. Emiatt a hagyományos dagasztást hosszabb tésztaérés követi, amit többször meg is szakítanak az átgúrással műveletével. Ennek ellenére a hagyományos dagasztás olyan hosszú ideig tart, hogy már a dagasztás során kialakul egy sikérszerkezet, ami indokolja a kis sebességű behatást. A hagyományos dagasztógépek elemei erősen legömbölyítettek, hogy inkább nyújtó, mint nyíró, vagy metsző hatást fejtsenek ki (Kovácsné, 2010). A hagyományos dagasztásra, ha kis mennyiségű a tészta, dagasztó-habverő gépet alkalmazhatunk (1. ábra). Nagyobb tömegű tészta megmunkálásához alkalmas lehet a Z karú keverő. Elnevezését a dagasztókar Z alakjáról kapta, készülnek egy és két karos gépek is. A hagyományos dagasztók csoportjába tartoznak, az említetteken túl, a lengőlapátos dagasztógépek is, melyek egyetlen, a géppel egybe épített csészével dolgoznak. Megmunkálási folyamatban háromféle mozgást különböztethetünk meg, mint a dagasztókar a tésztát a csésze falához szorítja, ahol nyújtja és elkeni azt, az anyagokat függőleges irányban is megkeveri, így a fent elhelyezkedő anyagok is eljutnak a keverőlapátig, végül maga a csésze forgása, ami lehetővé teszi, hogy az összes anyag megmunkálódjon.



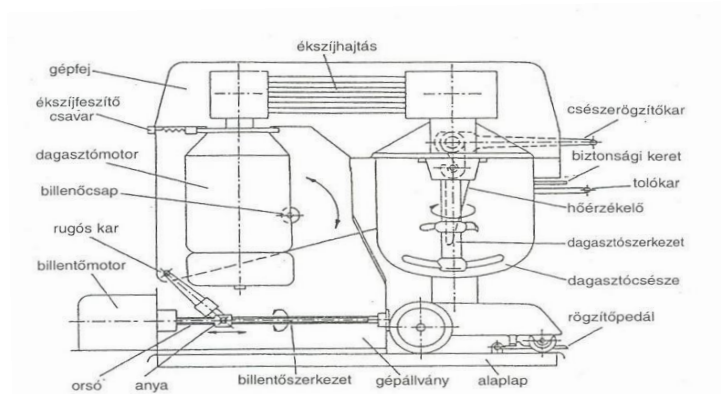
20. ábra Keverő habverő gép (Markovics, 2007)

A **gyorsdagasztási** művelet mindazokat a jellemzőket magán viseli, mint a hagyományos dagasztás, bár a dagasztási sebesség és az idő megváltoztak, de ebben az esetben is kialakul a siker térhálós szerkezete. Mint ahogy azt a neve is jelzi, a dagasztás gyorsabban történik, így a tészta inhomogenitása lényegesen kisebb, az egyes tésztarészecskék állapotának egyidejűsége jobb (Szalai, 1990). A dagasztást követően indokolt a tésztapihentetési szakasz beiktatása, mivel a siker térhálós szerkezetének a kialakulásához, ill. a regenerálódásához azonban, hogy a gyorsdagasztó gépek többsége erre nem alkalmas, így ez a folyamat gyakran elmarad. A gyorsdagasztó gépek között a legjobb munkát azok a gépek végzik, melyek a megmunkálás mértékét a tészta teljes tömegében azonos módon végzik el, erre a kényszermeghajtású dagasztócsészét alkalmazó, kettős csavart dagasztóelemet működtető gyorsdagasztó gépek a legalkalmasabbak, mivel ebben az esetben a tészta az átfedésben lévő két dagasztókar közt alakul ki, nem pedig a csésze falán, mint a hagyományos dagasztógépeknél (Kovácsné, 2010). A gyorsdagasztók közé tartozik a spirálkaros dagasztógép (2. ábra) is, mely elnevezését a dagasztókarról kapta. Előnyös tulajdonsága, hogy egészen kicsiny tésztamennyiség is előállítható a viszonylag nagyméretű csészében. A forgóvillás dagasztógépeket (2. ábra) is ebben a csoportba szokás említeni, viszont ezek a gépek inkább átmenetet képeznek a hagyományos és a gyorsdagasztók közt. A gép billenő fejjel van ellátva, így cserélhető a csésze. Kis üzemekre a forgóvillás dagasztó gép a jellemző.



21. ábra Spirálkaros gyorsdagasztó gép (balra) és forgóvillás dagasztógép (jobbra)
(Markovics, 2007)

Az **intenzív dagasztás** szinte minden vonatkozásában ellentéte, a hagyományos dagasztásnak. Felépítését tekintve zárt rendszerről van szó, mivel a nagy teljesítmény nagy fordulatszámot, és ez által nagy nyírási sebességet tesz lehetővé, fokozva a balesetveszélyt. A tészta a dagasztási művelet végére sem alakul ki, mivel sem térhálós szerkezete, sem sikérváza, sem gázvisszatartó képessége nincs, így az még nem nevezhető tésztának. Az irodalom ezeket a fajta gépeket mixernek nevezi, mivel csak kevernek, és nem dagasztanak (Werli, 1998). Az eredmény jelentősen eltér az egyéb dagasztási módokkal kapott tésztától, ugyanis nagyobb mennyiségű vizet köt meg a tészta anélkül, hogy konzisztenciája túl lágy lenne. A dagasztócsészében levő levegő a megmunkálás során a tészta nedvességében oldódik, oxigéndúsabbá téve azt, emiatt az aszkorbinsav hatása is jobban érvényesül, a tészta lazítottabb lesz (Szalai, 1990). Az intenzív dagasztógépeknek azonban hátránya is van. Energia szükségletük jóval nagyobb és ez megterhelő lehet az elektromos hálózat számára. További hátránya, hogy a nagy fajlagos dagasztómunka nagy hőfejlődéssel is jár. A nagy hőfejlődés hatással van a kialakult tészta hőmérsékletére, így a nyersanyagokat radikálisan hűteni kell, ezzel lehet csak ellensúlyozni azt. Mivel a liszt hőmérsékletét nehézkes csökkenteni, így a víz, sólé, élesztő szuszpenzió és kovász hőmérsékletét csökkentik. Az intenzív dagasztógépeket (3. ábra) két csoportra oszthatjuk, vannak szakaszos üzeműek és folytonos üzeműek. Sajátosságuk, hogy külön kapcsolószekrénnel rendelkeznek, ahol a paramétereket be lehet állítani, dagasztási időt, sebességet, sőt a tészta kívánt hőmérsékletét is igény szerint. A nagy teljesítményű motor miatt, hogy 5 percenként csak 1 dagasztás végezhető (Tasnádi, 1999).



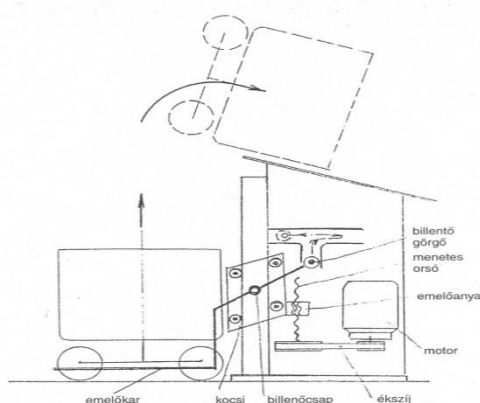
22. ábra Intenzív dagasztógép (Markovics, 2007)

A bedagasztott, de még éretlen tészta átalakulása érett tésztává több, párhuzamosan lejátszódó bonyolult folyamat eredménye, amelyet összességében **érésnek** nevezünk. Ezeket a folyamatokat szétválasztani nem lehet, ugyanis kölcsönhatást gyakorolnak egymásra, bár a könnyebb átláthatóság érdekében három csoportra oszthatjuk őket: mikrobiológiai, enzimes és kolloidális átalakulásokra (Werli, 1998). A mikrobiológiai folyamatok közül a tésztaérés során az élesztőgombáknak és a savtermelő baktériumoknak van döntő szerepe. Az élesztők a kenyér lazítottságáért, a baktériumok az íz kialakításáért felelnek. Az élesztősejtek az érés alatt alkoholos erjesztést végeznek, szén-dioxid keletkezése mellett. A tésztában keletkező alkohol szerepe kevésbé fontos, mint a szén-dioxidé, mert a tészta egyes alkotórészeinek hidrofilitását fokozza ugyan, de hátrányos szerepe is ismert, az erjedési sebesség csökkentése. Az erjesztést a *Saccharomyces cerevisiae* sejtjei, vagyis annak enzimszerve hajtja végre, mely a liszt természetes mikroflórájához is hozzá tartozik. A tészta az élesztőgombákon kívül savtermelő baktériumokat is tartalmaz. Ezek gyakorlatilag tejsavbaktériumok, melyek működésük során egyszerű és összetett cukrokból tejsavat termelnek. Megfigyelték, hogy az élesztőgombák és a tejsavtermelő baktériumok közt kölcsönhatás van, ugyanis élesztő jelenlétében a tejsavbaktériumok gyorsabban szaporodnak, és több savat termelnek. A tésztaéréskor lejátszódó enzimes folyamatok közül a keményítőbontásnak és a fehérjebontásnak van fontos szerepe, melyek természetesen összefüggnek egymással (Szalai, 1990). Ezek a folyamatok a dagasztásnál ismertett reakciók folytatásaként határozhatóak meg. A víz hatására a fehérjemolekulák fellazulnak és eltávolodnak egymástól, ez a folyamat maga a duzzadás. A gyenge minőségű lisztek gyorsan duzzadnak, viszont hamar el is lágyulnak. A szívós sikérű lisztek viszont lassabban duzzadnak, ám konzisztenciájukat hosszabb ideig képesek megőrizni, ebben az esetben előnyösebb az intenzív dagasztás alkalmazása. A frissen dagasztott tésztában a fehérjemolekulák rendezetlenül találhatók. A rendezetlen molekulák egymáshoz képest

párhuzamosan kezdenek elhelyezkedni, megindul a szerkezet kialakulása, ez viszont nem éppen gyors folyamat. A dagasztástól eltelt fél órán belül már érzékelni lehet a különbséget, a tészta egyre nyújthatóbb és képlékenyebb lesz, a közel párhuzamos fehérjemolekulák láncszerűen egymás mellé rendeződnek, nyújtás hatására képesek elcsúszni egymás mellett. A fehérjebontó enzimek elsősorban a hosszú fehérjeláncok elágazásait bontják le, tevékenységük eredménye, hogy a tésztából a pihentetés során egyre kevesebb siker moosható ki (Kovácsné, 2010).

— **Tésztafeldolgozás**

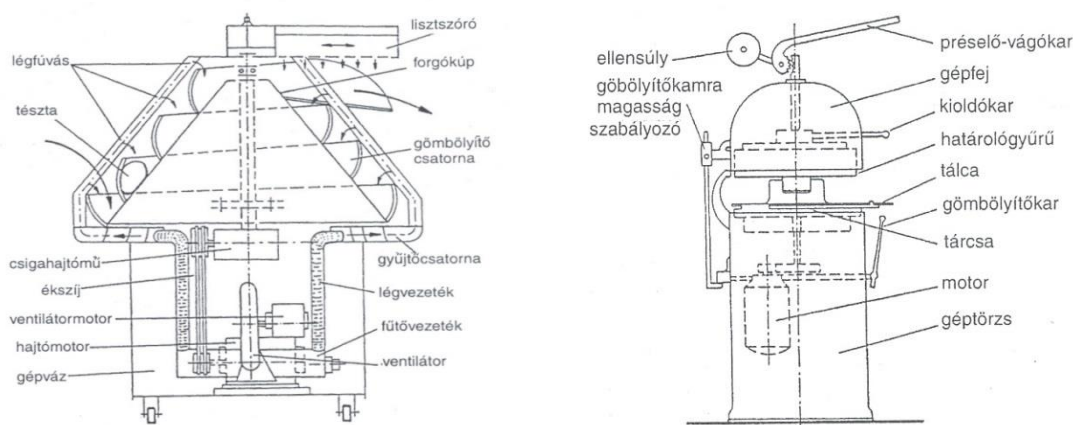
A **tészta alakítása osztással** kezdődik. Kis üzemekben ezt a műveletet kézzel végzik, innen kapta a másik nevét is: „feladás”, ugyanis a dolgozó a csészébe hajolva a kívánt tészta tömegnek nagyjából megfelelő tészta darabot kicsíp, majd a táblára, vagy az ott elhelyezett mérlegre helyezi, mely ellensúllyal van ellátva, így könnyen ellenőrizhető, hogy megfelelő-e a tömeg. Ez igen fáradtságos munka, ezért a dolgozó segítségére egy csészeemelő szerkezetet (4. ábra) találtak fel, amely a teljes bedagasztott tészta tömeget képes az asztalra emelni.



23. ábra Csészeemelő szerkezet (Markovics, 2007)

A dagasztás után az osztás műveletét gépesítették először. Megjelentek az iparban a térfogatos elven működő kamrás, és dugattyús automata osztógépek, melyek elsősorban kenyértészta osztására alkalmasak. Ezek a berendezések a kis iparban nem igazán használatosak, az osztás kézi úton történik. Mindkét esetben a tészta tömörítő hatásnak van kitéve, hogy a kívánt osztási pontosságot el lehessen érni, mivel a tészta sűrűsége nem teljesen állandó. Ennek azonban meg van a maga hátránya is (Szalai, 1990). A kamrás osztógépek egy lemezzel vágókésként működtetett lap segítségével határolnak el egy megfelelő térfogatú tészta darabot, a roncsoló hatás a kamrás gépnél erőteljesebben érvényesül (Tasnádi, 1999.) A tészták osztását úgy végzik, hogy rászámolják a sütési-hűtési veszteségeket is, ezért a késztermék tömegétől nagyobb tömegű tészta darabokat osztanak. Az osztás közt megkülönböztethetünk egyszerű

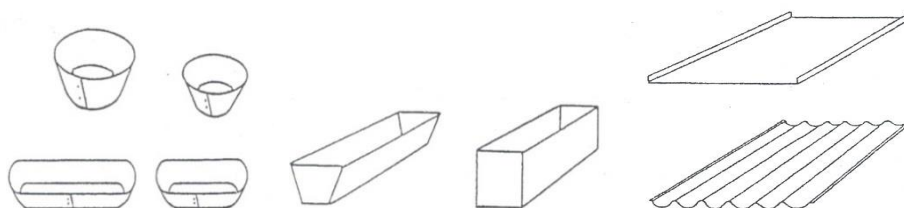
osztást, mint a kenyértészta osztását, valamint összetett osztást, mint a süteményeknél, ahol többször osztjuk a tésztát. A műveletet sütemény-tésztaosztó és osztó-gömbölyítő gépek segítségével tehetjük meg (Szalai, 1990). Ezek közé tartoznak a kézi osztó szerkezetek és a kisüzemi motoros osztógép. Mindkét berendezés prés- és vágószerkezettel van ellátva, a különbség csak a motoros és a kézi úton történő működtetésnél figyelhető meg (Tasnádi, 1999). Osztást követően a tésztát alakítják, amely során azt **gömbölyítik**. A kenyértészták gömbölyítése egyszerű, hagyományos esetben kézzel történik, célja a tésztadarab alakatlan formájának megszüntetése a jobb kezelhetőség végett. A jól végzett gömbölyítés a tészta felületén túl a belső szerkezetre is hatással van. A felület egyenletessé válik, a belseje pedig rétegessé, ugyanis a rétegek egymáson elcsúsznak a művelet alatt (Szalai, 1990). Gépesített formában két típust különböztethetünk meg. A szalagos és a kúpos gömbölyítő gépeket (5. ábra), melyek elsősorban a kenyértészta megmunkálását teszik lehetővé. A kisiparban a kúpos gömbölyítő gépek elterjedése számottevőbb, viszont alkalmanként nem is használnak formázó gépeket, hanem kézi úton oldják meg a gömbölyítést. A kúpos gömbölyítőket két csoportra oszthatjuk, belső és külső pályás gömbölyítő gépekre. Elvük megegyezik, csak kialakításukban térnek el egymástól. A fehértermékek formázására és osztására félautomata, szakaszos, ill. folytonos berendezéseket használhatunk. Ezek az osztó gépek egy pontosan szétmért, felgömbölyített és lapított tésztadarabot 30, 12, 6 egyenlő darabra osztják, majd rövid pihentetés után fel is gömbölyítik (5. ábra) azokat. A kések által vágott darabok nagysága állítható, az osztási és préselési folyamat típustól függően lehet manuális, vagy automatikus, a gömbölyítést viszont minden esetben a gép végzi. Ezek a berendezések főleg zsömlék készítésére alkalmasak, de pogácsák megmunkálására is lehet őket alkalmazni. Az osztógépeket kiflik osztására is használják, majd ezeket kifli-sodró gépbe helyezik, megkapva a termék végső alakját. A hosszformázó gépek szalagos és rotációs elven működhetnek (Tasnádi, 1999). A fehértermékek tésztájának alakítása során a gömbölyítés és hosszformázás művelete kiegészül a sodrás, illetve fonás műveletével. Mindkét módszerre jellemző, hogy kézzel végzik, továbbá a termék sajátossága határozza meg az alkalmazását.



24. ábra Külsőpályás gömbölyítő (balra) és kézi osztó-gömbölyítő gép (jobbra) (Markovics, 2007)

— **Kelesztés**

A **kelesztés** célja, hogy az alakítás során összetömörített tésztadarabok ismét fellazuljanak és a kelesztés végére olyan sikérszerkezet alakuljon ki, amely követni tudja a térfogat növekedését, visszatartja a gázt és lehetővé teszi, hogy a termék megtartsa az alakját a sütés során bekövetkező megszilárdulásig (Werli, 1998). A kelesztés időtartamát úgy kell megválasztani, hogy a tésztadarabok a folyamat végére a legkedvezőbb tulajdonságúak legyenek, körülményeit pedig úgy kell szabályozni, hogy a mikrobiológiai, enzimes és kolloid folyamatok számára megfelelőek legyenek. A sütőüzemek nagy részében hagyományos eszközökkel, kenyértészták esetében kelesztő kocsikon elhelyezett szakajtókban, fehér termékek esetén, lemezen, kelesztő ládákban, vagy formában történik (6. ábra), nagy üzemekben kelesztő berendezéseket alkalmaznak (Szalai, 1990).



25. ábra Szakajtók (balra), formák (középen), lemezek (jobbra) (Markovics, 2007)

A kelesztés technológiai paramétereinek a beállítása igen fontos. Az üzem légterében ugyanis a tészta nem tud kedvező körülmények közt megkéltni, ezért szükséges szerelt, vagy épített kelesztő kamra létesítése, hogy biztosítani tudjuk a megfelelő körülményeket. Optimálisan a kelesztő térnek 75-85 % nagyságú páratartalmúnak és 32-35 °C közöttinek kell lennie (Lakatos, 2013). A páratartalom a termék kiszáradása miatt fontos, nehogy bőrösödni kezdjen, a

hőmérséklet pedig a lejátszódó folyamatok optimumát kell, hogy kövesse (Kovácsné, 2010). A kelést befolyásoló tényezők közé tartoznak még a liszt enzimes és sikértulajdonságai, a tészta technológiai mutatói és a tésztadarabok nagysága, valamint alakítási módja (Lakatos, 2013). Ezek összessége határozza meg a kelesztési időt. A kelesztés során számolnunk kell a térfogat növekedésével is, így nem mindegy hogy milyen távolságokat tartunk az egyes tésztadarabok között, vagyis nem szabad kihagyott hely nélkül pakolni a termékeket a kelesztő eszközökre, mert egymásba kelhetnek. A kelesztés időtartama 30-70 percig tarthat (Lakatos, 2013). Az élesztő ebben a fázisban termeli a legtöbb gázt, melynek legnagyobb részét a tészta megtartja, ennek hatására következik be a térfogat növekedés, valamint ez idő alatt fejeződnek be a tésztaképződés utolsó folyamatai (Werli, 1998). A kelesztést az előtt kell befejezni, mielőtt a tészta a gáztartó képességét elveszítené. A kelesztést a kelesztő tér paramétereinek a változtatásával befolyásolhatjuk. Nagyobb hőmérséklet esetén a kisebb térfogatú termékek előbb kelnek meg, lazítottságuk és térfogatuk nagyobb lesz, nagyobb tömegű tésztáknál azonban erre kisebb a lehetőség. A kelesztés időtartamát szintén lecsökkenthetjük a hőmérséklet emelésével, viszont más módon is elérhetjük ezt. Ha a tésztához több élesztőt, cukrot, ill. enzimek készítményt használunk fel, a kelesztési idő annál rövidebb lesz, fordított esetben, vagy enzimszegény liszt használatakor, esetleg kemény tészta esetén megnő. A kelesztés végpontjának jelzésére üzemi berendezést még nem fejlesztettek ki, hagyományos módon benyomással vizsgálják. Kenyerek esetén a címkézést érdemes a kelesztés kezdetén, legfeljebb a végén megejteni, így a hasonló fajtájú kenyerek összekeveredése kiküszöbölhető (Szalai, 1990). A kelesztő kamrák között megkülönböztethetünk egyszerű kelesztő kamrákat, légkondicionált kelesztő kamrákat, kelesztés késleltető hűtő-kelesztőket és kelesztés megszakító mélyhűtőket. Az egyszerű kelesztő kamrák lehetnek a munkatérből falazással leválasztott területek, vagy a munkatérben elhelyezett fémszerkezetű berendezések, a kisvállalkozásokra ezek a jellemzőek. Előbbiek nagy méretük miatt több kocsi befogadására alkalmasak, míg utóbbi általában egy kocsinak biztosít zárt légteret, melynek fűtését a kemencéből távozó füstgáz energiájával oldottak meg, úgy hogy egy hőcserélőn keresztül adja át a hőt a levegőnek, amit egy ventilátor keringtet a térben. Az egyszerűbb berendezéseknél nincs beépített időkapcsoló óra, mivel a folyamatot hosszabb időre alkalmazzuk, viszont lehetőség van a berendezés be-, ill. kikapcsolására, a kelesztés késleltetési hőfok beállítására és a kamra pillanatnyi hőmérsékletének a leolvasására (Tasnádi, 1999).

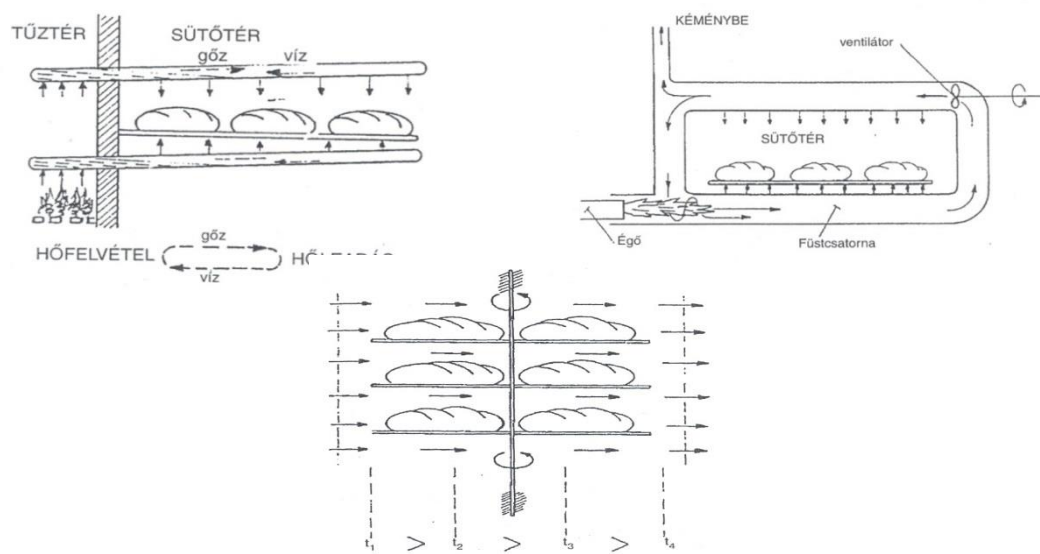
— Sütés

A **sütés** a sütőipari termékek előállításának legjellegzetesebb művelete, melyről az egész ipar a nevét kapta. A sütés hő és nedvesség hatására lejátszódó összetett folyamat, amely alatt a tészta belsejében bonyolult fizikai, kolloid, mikrobiológiai és biokémiai változások következnek be. Sülés közben a tészta meglévő alkotórészei átalakulnak, ezzel jellegzetes, új anyagok keletkeznek. Hazánkban leginkább a közepes mechanizáltság jellemző, ami azt jelenti, hogy a kenyerek vetése, vagy a sütő kocsik elhelyezése a kemencékbe még mindig emberi erőt igényel, viszont a sütési paramétereket már számítógéppel lehet beállítani, mint a hőmérsékletet, az időt, a felhasznált gőz mennyiségét.

A megkelt tésztát a sütés megkezdésekor olyan környezetbe visszük, amely a tészta hőmérsékleténél akár 220-280 °C-al melegebb. A sülés megindulásának a határát a kezdeti száradás jelenti. Ha ez túl gyorsan következne be, a termék térfogata nem tudna növekedni, szétnyílna, ezért szükséges a sütőtér gőzzel való telítése. Mivel a kemencék atmoszférikus nyomáson működnek, ezért a sütőtér levegőjének harmatpontja maximum 100 °C lehet, vagyis az alacsonyabb hőmérsékletű bevetett tészta felületére azonnal lekondenzálódik, nagy mennyiségű hőt átadva neki. Ez a hatás biztosítja, hogy a tészta felülete rugalmas maradjon (Szalai, 1990). A tészta belső rétegeinek a víztartalma ekkor még nem csökken. A párolgás akkor veszi kezdetét, ha a közvetlen héj alatti rész is eléri a 100°-ot, viszont így a párolgás nem csak a nagy hőmérsékletű kemencetér felé irányul, hanem a hidegebb tésztarétegekre is kondenzálódik, míg ki nem alakul a termék héj része. A nedvességtartalom a bélzetben gyakorlatilag a sütés végéig változatlan marad, a sütési veszteséget így kizárólag a héj nedvességtartalmának az csökkenése okozza (Werli 1998). A tészta belső részében a hőmérséklet fokozatosan növekszik, a hőfok növekedése alapján az itt lejátszódó folyamatokat négy részre oszthatjuk. 30-40°C-ig az élesztőgombák gáztermelő képessége, a baktériumok savtermelő tevékenysége és az enzimes folyamatok sebessége növekszik, azaz gyakorlatilag folytatódik a tészta érése. 40-60°C-ig az élesztőgombák gáztermelő képessége hirtelen lelassul, majd meg is szűnik, a sejtek elpusztulnak, az enzimtevékenység az alfa-amiláz kivételével csökken, ezek károsító hatása ebben a szakaszban következik be. A legjelentősebb változások 60-80°C-ig következnek be, ugyanis a siker és a keményítő is átalakulnak, ekkor indul meg a bélzet kialakulásának a szakasza. A sikerre duzzadt fehérjék kicsapódnak és megalvadnak, elvesztik nyújthatóságukat, megszilárdulnak, miközben a dagasztás alatt és után a duzzadáshoz felvett vizet leadják. A keményítőszemcsék azonban duzzadásba kezdenek, a szemcsék szétesnek, a keményítő elcsirizesedik. A keményítő gél és a fehérjék megalvadása miatt a tészta

egész tömege megszilárdul, elveszíti tésztaszerű tulajdonságait és kenyérbéllé alakul, a gázbuborékok közötti tésztából vékony pórusfalak alakulnak ki, melyek át is szakadhatnak, az enzimek működése megszűnik, az alkohol elpárolog. A 80-100°C-os szakaszban a megszilárdult bélzet víztartalma a párolgás miatt csökken, térfogata már nem változik. A termék belsejében a hőmérséklet nem emelkedik 100°C fölé. A felületen a hőmérséklet viszonylag gyorsan meghaladja a 100°C-ot, ezért az ott bekövetkező változásokat e tartomány felett vizsgáljuk. 100-120°C-ig a felszín kiszárad, színe még a tésztára emlékeztető. 120-140°C-között a keményítő elcsirizesedik, dextrinesedni kezd, így sárgás színanyagok jelennek meg. 140-160°C-ig már világosbarna dextrinek és pörkanyagok jelennek meg. A színváltozást elősegíti a cukrok karamellizálódása, valamint a cukrok és egyes aminosavak közt lejátszódó Maillard-reakció termékei is, ezek mellett kellemes ízű és aromájú anyagok is képződnek. A fehértermékek felszíni hőmérséklete általában nem emelkedik 160°C fölé, mivel kis térfogatuk és tömegük miatt ezen a tartományon felül szenesedni kezdenének, megégne a termék. Kedvező körülmények között ezt a hőmérsékletet a héj felszíne nem lépi túl, ugyanis felette a szerves anyagok szenesedni kezdenek, ami kellemetlen íz és aromaanyagokat eredményez.

A sütőipari termelés **sütőkemencék** nélkül nem valósítható meg. A sütőkemencéknek alkalmasnak kell lenniük a sütési cél megvalósítására, vagyis a sütés végére ki kell alakulnia a bélzetnek és a héjnak, ehhez biztosítaniuk kell sütési hőmérsékletet, valamint a sütéshez szükséges hőmennyiséget. Fontos tényező, hogy a kemencék képesek legyenek egyenletes fűtéssel dolgozni, bizonyos hibahatáron belül ($\pm 6^\circ\text{C}$), ugyanis csak így lehetséges egyenletes minőségű termék előállítása. Elengedhetetlen jellemző a kemencék harmatpont paramétere, mely az a hőmérséklet, amelynél a tészta felületére már nem fog pára lecsapódni, hanem elkezd száradni a termék, ez legalább 95°C. A sütési idő elsősorban a termék tömegétől, de a sütőtér hőmérsékletétől is függ, emiatt rugalmas szabályozhatósága is követelmény. A sütőipari kemencék tehát akkor alkalmasak a termelésre, ha sütési hőmérséklete szabályozható, a hőmennyiség folyamatosan pótolható, a sütőtér levegője párásítható és a sütési idő biztosítható (Kovácsné 2010). Az iparban alkalmazott kemencék több féle szempontból csoportosíthatók. Szerkezeti felépítésük szerint lehetnek épített (falazott) és szerelt (fémszerkezetű) kemencék. A sütőterek száma szerint beszélhetünk egy, kettő és több sütőteres berendezésekről. A sütőfelület szerkezete szerint vannak rögzített és mozgó sütőfelületű kemencék. A tüzelőanyag fajtája szerint vannak szilárd (szén, fa), folyékony (olaj), légnemű (gáz) és elektromos fűtésű sütőkemencék. Működési módjuk szerint szakaszos és folytonos működésűek, a hőkezelés szerint pedig közvetett és közvetlen fűtésű kemencék. A hőközlésnek három módja ismert (7. ábra), gőzcsoves, cikloterm és áramlásos hő közlés (Tasnádi 2005).



26. ábra Gőzcsöves hőátadás (balra fent), cikloterm fűtés (jobbra fent) és áramlásos hőközlés (középen lent) (Markovics, 2007)

Az említett típusokon túl vannak szalagos kemencék, automata be- és kihordó szerkezetű kemencék, mint pl. az alagútkemencék, viszont ezek csak nagy ipari gyártás esetén fordulnak elő, mivel igen hely és energia igényesek, a kisvállalkozásokban főleg a forgó kocsis és etázs kemencék terjedtek el. (Tasnádi E. 2005.).

— Készárukezelés

A sütőipari termékek nagy része naponta és aznapi fogyasztásra készül, tárolásra elvileg nem is lenne szükség, mégis a frissen kisütött termék nem forgalmazható. Ennek oka az, hogy a termék a hűlés befejezése előtt még igen érzékeny a külső behatásokra. Szállításukra rendszerint szükség van, mivel a termelés, forgalmazás és a fogyasztás távol esnek egymástól. Szükséges teendők szállítás előtt a termékek hűtése, csomagolása és minőség ellenőrzése.

A **termékek hűtése** azért fontos, mert a kenyerek és a nem dúsított fehértermékek héja ekkor cserepesedik. A héj rész sokkal melegebb sütés után, viszont gyorsabban is hűl. Ennek következtében összehúzódása hamarabb következik be, mint a teljes tömegé, ugyanakkor a héj még nem szívós, tehát feszültség hatására megrepedezik, cserepesedik (Werli, 1998). Fontos, hogy a *Bacillus subtilis* hő tűrő spórái képesek túlélni a sütési hőmérsékletet, így a lassabban hűlő termékben nagyobb eséllyel csírázhatnak ki, tehát a hűtésnek ebből a szempontból is fontos szerepe van. A hűtéshez szükséges egy hűtőtér kialakítása, mely képes a hőt elvonni. Ez

lehet egy hűtőszekrény belső tere, egy épített és hőszigetelt hő kamra, vagy egy nagyméretű raktártér (Tasnádi, 2005). Optimális esetben a héj és a bélzet hőmérsékletének közel azonosnak kell lennie, amelyet 10-20 °C hőmérsékletű és 70-80 % relatív páratartalmú levegő áramoltatásával érnek el (Lakatos, 2013).

A **csomagolásnak** meg kell óvni a termék táplálkozásbiológiai és élvezeti értékét, azaz minőségét és mennyiségét, meg kell gátolnia a biológiai szennyeződését és védelmet kell nyújtania a külső mechanikai behatásokkal szemben. A termékek többségénél meg kell akadályozni a kiszáradást, viszont a magas relatív páratartalom rontja a termék minőségét, emellett olyan klímát teremt, amely megfelelő a mikroorganizmusok szaporodására, emiatt néha hátrányos a csomagolás. Előnye viszont, hogy lehetővé teszi az önkiszolgáló árusítási módot, ezen kívül kellő információ mennyiséggel látja el a fogyasztót, mindemellett előnyösen befolyásolhatja a termék megjelenését, bizalmat ébreszthet a vásárlóban (Kovácsné, 2010). A csomagolóanyagok felé sok követelményt támasztanak. Nem lehet megtévesztő, gazdaságos legyen, nem tartalmazhat olyan komponenseket, melyek a termék élvezeti értékét befolyásolnák, sütőipari célra engedélyezett legyen stb. az iparban csomagolásra leggyakrabban PVC alapú fóliát használnak. Ennek hátránya, hogy a termékekben aromatorzulást idézhet elő, mivel a vízgőz és a termék egyes aroma komponenseinek diffúziós tulajdonságai eltérőek. Ennek kiküszöbölésére perforálják a fóliát, azaz kis lyukakat hagynak rajta a szabad szellőzésre, viszont így a tömegvesztés és a fertőződés veszélye jobban megnő. A csomagolás alkalmas az előírt információk elhelyezésére, amit festékekkel visznek fel a csomagolásra. A nyomdai festék szintén egészségre ártalmatlannak kell lennie (Szalai, 1990). Az 1 kg-os és annál nagyobb kenyerek esetében kenyércímke használatát írják elő, aminek tartalmaznia kell a termék nevét, szabvány számát, névleges tömegét, egységes termék kódját, gyártója nevét, telephelyét, sütés napját és a minőségmegőrzés dátumát. Csomagolt termékek esetén a csomagolásnak tartalmaznia kell az élelmiszer megnevezését, tömegét, előállító nevét, telephelyét, ha fontos a tárolási hőmérsékletet, felhasznált nyersanyagok, adalékanyagok nevét csökkenő mennyiségi sorrendben, valamint a deklaráció köteles adalékanyagokat és tartósítószerket, a termék 100g-jára jutó energiatartalmat, az egységes termékkódot (Kovácsné, 2010).

A **szállítás** az üzemekben a sütés befejeztével már kezdetét veszi, mivel ekkor készítjük fel a termékeket rá. Emiatt hűtjük, csomagoljuk őket. A szállítószerkezetbe csak kihűlt állapotban kerülnek, máskülönben deformálódhatnak. A kenyereket egyszerűbb anyagmozgatás céljából már a szállításra is alkalmas alumínium-konténer kocsikon hűtik (Kovácsné, 2010). Ezeket a kocsikat rácsos polcokkal alakítják ki, így nagyobb a helykihasználása, gyorsabban hűl a

termék, valamint kisebb tehergépkocsikkal szállítható is. A könnyebb rakodás érdekében a tehergépkocsikat hátsó, hidraulikusan mozgatható rakodófallal látják el, így a konténert fel lehet tolni, valamint az árusító helyre is könnyedén el lehet helyezni (Szalai, 1990). Egyéb szállítási lehetőség a kenyerek számára, ha rekeszekben oldják meg mozgatásukat, ezek anyaga legnagyobb részt műanyag, viszont ezekbe is csak a kihűlt terméket szabad rakni. A fehértermékeket szintén ilyen műanyag rekeszekben, csak alacsonyabbakban szállítják, az eladótérben pedig ömlesztve, erre a célra kialakított árusítókba töltik, majd a fogyasztó egy fogó segítségével ezekből veheti ki. A csomagolt termékek szállítása egyszerűbb feladat, mivel ezek a termékek óvva vannak a szennyeződésektől. Mozgatásuk szintén rekeszekben történik, az eladótérben polcokon árusítják őket (Werli, 1998).

— **Ellenőrző kérdések**

1. Milyen tésztakészítési módokat ismer? Jellemezze a kovászt annak technológiai mutatói szerint!
2. Milyen dagasztási módokat ismer? A módszerek jellemzését mutassa be 1-1 dagasztógép működésén keresztül!
3. Ismertesse a kelesztés technológiai paramétereit! Milyen eszközöket alkalmaznak a kelesztés műveletének kivitelezésére?
4. Milyen folyamatok játszódnak le a sülő termékben a hőfoktartományok alapján?
5. Mi a jelentősége a késztermék hűtésének?

— **SÜTŐIPAR FEJLESZTÉSI IRÁNYAI**
ZSEMLEMORZSAGYÁRTÁS, FAGYASZTOTT SÜTŐIPARI TERMÉKEK
GYÁRTÁSA

SÜTŐIPARI TERMÉKEK ÉRZÉKSZERVI PONTOZÁSOS BÍRÁLATA

— **A sütőipar fejlesztési irányai**

A szokásostól eltérő táplálkozási igényű vevők újabb és újabb követelményeket támasztanak az élelmiszerekkel szemben. Az alacsony kalóriatartalom mellett egyre nagyobb figyelem fordul az élelmiszerek funkcionális hatásaira. Az különleges táplálkozási célú élelmiszerek a különleges összetételük, illetve előállításuk során alkalmazott különleges eljárás következtében megfelelnek a meghatározott táplálkozási céloknak. A sütőipari termékfejlesztés esetén a fő irányzatok az allergénmentes termékek gyártása, a dúsított termékek, illetve a csökkentett beltartalmú termékek gyártása (Szabó P. Balázs, 2017).

— ***Allergénmentes sütőipari termékek***

Allergén anyagnak nevezünk minden olyan anyagot, terméket, amely szervezetünkben allergiás reakciót vált ki. Az allergénmentes sütőipari termékek gyártása során a glutén, mint allergén anyag, mennyiségét csökkentjük az elérhető legminimálisabb szintre. A glutén a liszt vízzoldhatatlan fehérjéinek, a gliadinnak és gluteninnek, a komplex formája. Ezen fehérjék jellemzően vízben nem, de alkoholban, szerves savakban jól oldódó fehérjék, amelyek búzalisztben megjelenő arányuk általában 1:1, de előfordulhat az 1:1,5 is. Egy terméket gluténmentesnek nevezünk, ha a gluténtartalma 20 ppm-et nem haladja meg, illetve gluténcsökkentettnek nevezzük azon termékeket, amelyek gluténtartalma nem haladja meg a 100 ppm-et. Az allergénmentes sütőipari termékek főleg a gluténérzékeny vagy cöliákias fogyasztók igényei szerint lettek kialakítva. Mindkét esetben a tünetek közel megegyezőek, azonban a cöliákia esetében súlyosabb (<https://glutenerzekeny.hu/>). A betegség során a vékonybélbolyhok károsodnak, ezáltal hasmenést, haspuffadást, fogyást vált ki, továbbá a emésztési és tápanyag-felszívódási zavarok lépnek fel. Utóbbiak szövődményeképp a zsírolható vitaminok felszívódásának zavara, csontanyagcsere zavar, illetve vérszegénység lép fel. Gluténérzékenység, más néven glutén intolerancia, gyakran valamely emésztési megbetegedést követően alakul ki, amely során a bélfal áteresztő-képessége megnő, így egy bizonyos mennyiségű glutént már nem tolerálja a szervezet (<https://glutenerzekeny.hu/>). A gluténérzékenység az alap betegség gyógyításával, illetve egyénre szabott gluténmentes diétával kezelhető. A cöliákia, más néven glutén-szenzitíventeropathia, egy olyan

multifaktorális autoimmun folyamat, amely során a gabonafélékben található glutén fehérjéi ellen antitestek termelődnek, és főként emésztőrendszeri tünetekkel és tápanyag felszívódási zavarral jár (<https://glutenerzekeny.hu/>). A cöliákia nem gyógyítható, a tünetek kezelésére külön, egyénre szabott gluténmentes étrenddel a bélflóra helyreállítható. Az allergénmentes sütőipari termékekben a búza-, illetve rozslisztet szója-, kukorica-, rizs, illetve egyéb kiskabonák lisztjével helyettesítik (<https://glutenerzekeny.hu/>).

— ***Dúsított sütőipari termékek***

Dúsított sütőipari termékek összességében olyan funkcionális élelmiszerek, amelyek bizonyítottan kedvező egészségügyi hatással rendelkeznek az alapvető táplálkozási hatásaik mellett. A tápanyagnövelés során fontos, hogy a folyamat ne befolyásolja a termék alapvető érzékszervi tulajdonságait (Markovics, 2007). Sütőipari termékek esetén alaptápanyagokat, mint fehérjék, szénhidrátok, kiegészítő tápanyagokat, mint vitaminok, ásványi anyagok, és kísérő anyagokat, mint rostok, adnak az élelmiszerhez a tápérték növelésének céljából.

— ***Vitamindúsított sütőipari termékek***

A vitaminok a szervezet számára nélkülözhetetlen, biológiailag aktív, szerves vegyületek (Fenyvessy, Jankóné, 2000). Vitaminnal történő dúsítás során a cél, hogy az emberi szervezet számára nélkülözhetetlen vitaminok mennyiségét az adott élelmiszerben megnöveljük. A sütőipari termékeket B-vitaminok, mint B₁-, B₂-, B₃-, B₆-, és B₉-vitaminok hozzáadása történik. Leggyakrabban B-komplexet alkalmaznak (Markovics, 2007). A vitamindúsítás során a helyes adagolási arány megválasztása bonyolult feladat, mert figyelembe kell venni az adott vitamin fogyasztásra ajánlott napi mennyiségét, a reakcióképességét, stabilitását, továbbá a tárolás során fellépő vitaminveszteség mértékét. Gyakorlati tapasztalatok alapján megállapítható, hogy ezen vitaminokból általánosságban 10-20 % többletadagolás szükséges, hogy a termék a minőségmegőrzési idő lejártáig tartalmazza a tervezett mennyiséget (Markovics, 2007). Az adagolandó vitamin mennyisége általában csekély, ezért célszerű, valamilyen hordozó anyaggal, mint keményítő, szacharóz, elkeverni és így oszlatni el a tésztában. A technológia során figyelembe kell venni, hogy a vitaminok nagymértékben reakcióképesek, ebből kifolyólag instabil anyagok. A B-vitaminok érzékenységét a 8. táblázat mutatja be.

8. táblázat A vitaminok érzékenysége a környezeti tényezőkkel szemben (Markovics, 2007)

<i>Megnevezés</i>	<i>Fény</i>	<i>Hő</i>	<i>Levegő és oxidálószer</i>	<i>Redukáló anyagok</i>	<i>Savak</i>	<i>Lúgok</i>	<i>Víz</i>
Tiamin (B ₁)	+	++	-	-	-	++	+
Riboflavin (B ₂)	++	-	-	+	-	++	-
Niacin (B ₃)	-	-	-	+	-	+	-
Piridoxin (B ₆)	+	-	-	+	+	+	-
Folsav (B ₉)	+	+	++	++	+	+	-

A felhasználás során figyelembe kell venni, hogy egyes vitaminok jellegzetes érzékszervi tulajdonságokkal és esetleg mellékhatással rendelkeznek (Markovics, 2007).

— *Ásványi anyagokkal dúsított sütőipari termékek*

Az ásványi anyagok szervezetünkben elősegítik az enzimek és az ingerátviteli folyamatok helyes működését. A sütőipari termékeket gyakran dúsítják ásványi anyagokkal, mint Fe, Ca és P. Az emberi szervezet vasszükséglete csekély, azonban elengedhetetlen alkotója a hemoglobinnak, citokrómoknak, peroxidáz és kataláz enzimeknek (Fenyvessy, Jankóné, 2000). A Ca és P napi beviteli igénye 800 mg, ami a legmagasabb az ásványi anyagok közül (Markovics, 2007). A Ca:P arány optimális esetben 1:2 (Fenyvessy, Jankóné, 2000). Az ásványi anyagok adagolásának mértékére ugyanazon szabályok érvényesek, mint a vitaminnal történő dúsításkor.

— *Fehérjedúsított sütőipari termékek*

A fehérjék alapvető építőanyagaink, segítik a vízmegkötést, a tápanyag-továbitást, részt vesz az anyagcsere folyamatokban, továbbá fontos energiaforrásunk (Fenyvessy, Jankóné, 2000). A fehérjedúsított termékek megjelenése a sütőipari termékek között napjainkban rendkívül divatos és szükségszerű. A növényi eredetű fehérjék többsége nem teljes értékű, mert az emberi szervezet számára nélkülözhetetlen aminosavak kisebb-nagyobb mértékben hiányoznak, ezért ezek kizárólagos fogyasztása az életműködésben rendellenességeket okoz (Markovics, 2007). Ennek megelőzésére alkalmaznak egyre gyakrabban olyan technológiai eljárásokat, amelyek során a termékek fehérjetartalmát komplementálják. A komplementálás történhet aminosav-készítménnyel vagy kedvező aminosav-készlettel rendelkező természetes fehérjékkal, legtöbbször az utóbbi megoldást részesítik előnyben (Markovics, 2007). Erre a célra növényi eredetű komplementáló adalékként főképp különböző szójakészítményeket alkalmaznak, mert pótolja a búzaliszt lizin és treonin hiányát (Markovics, 2007). A szója és a búza aminosav-összetételét az 9. táblázat hasonlítja össze.

9. táblázat Néhány élelmianyag aminosav tartalma (g/100 g fehérje) (Markovics, 2007)

<i>Aminosavak</i>	<i>Búza</i>	<i>Szója</i>
Alanin	4,0	4,2
Arginin	5,0	7,2
Aszparaginsav	5,4	11,7
Cisztein	2,8	1,3
Fenilalanin	4,9	4,9
Glicin	4,3	4,2
Glutaminsav	32,7	18,7
Hisztidin	2,5	2,5
Izoleucin	3,6	4,5
Leucin	7,3	7,8
<i>Lizin</i>	3,1	6,4
Metionin	1,6	1,3
Prolin	10,9	5,5
Szerin	5,0	5,1
Tirozin	3,3	3,1
<i>Treonin</i>	3,2	3,9
Triptofán	1,2	1,3
Valin	4,8	4,8

A szójafehérje alkalmazásánál azonban gyakran felmerül a genetikai módosítás eshetősége. Állati eredetű komplementáló adalékként leggyakrabban tejfehérjét alkalmaznak, azonban újabb kísérletekben a vérsavófehérje adagolással is próbálkoznak. A sütőipar termékek biológiai értéke tovább növelhető, ha a termékben teljes tojást is alkalmazunk, mert a fehérjetartalom és az aminosav-összetétel alapján meghatározott táplálkozási értéke, az anyatej mellett, az összes élelmiszer közül a legmagasabb. A sütőiparban előforduló fehérjedúsításra felhasználandó anyagok fehérjéinek táplálkozási értékét összefoglaló táblázat a 10. táblázatban látható.

10. táblázat Néhány élelmiszer fehérjéjének biológiai értéke (Markovics, 2007)

<i>Élelmiszer</i>	<i>Táplálkozási érték</i>
Teljes tojás	100
Tehéntejalbumin	104
Szójafehérje	74-78
Búzaliszt (83%-os kiőrlés)	53

Megjegyzendő, hogy a termék fehérjetartalmának növelésével a szénhidráttartalmat csökkentjük.

— ***Szénhidrátdúsított sütőipari termékek***

A szénhidrátok, azok közül is a mono- és diszacharidok fontos energiaforrást jelentenek szervrendszerünk számára a könnyű és gyors emészthetőségüknek köszönhetően (Fenyvessy, Jankóné, 2000). A sütőipari termékek szénhidráttal történő dúsításának főleg a betegélelmezésben és a fenilketonuriás betegek étkeztetésében van jelentősége. A betegélelmezés során a szénhidrátok gyors energiahasznosulását használják ki. A fenilketonuria (PKU) egy olyan genetikailag öröklődő betegség, amely során a szervezetben a fenilalanint, amely egy esszenciális aminosav, bontó fenilalanin-hidroxiláz enzim hiányzik, így az aminosav a vérben, majd az agyban felhalmozódik, ezzel súlyos és gyakran visszafordíthatatlan agykárosodást okozva (<https://www.news-medical.net/>). A betegségnek jelenleg nincs gyógymódja, csak a további károsodások előzhetőek meg. A betegség során kialakuló agykárosodás miatt a szénhidrátnövelt élelmiszerek nagyobb glükóz-tartalma az agysejtek energiaszükségletét.

— ***Rostdúsított sütőipari termékek***

Az élelmi rostok gyakorlatilag összetett, nem emészthető szénhidrátok. Ilyen anyagok a cellulóz, hemicellulóz, pektin és egyéb raktározott poliszacharidok. A magas rosttartalmú élelmiszerekben található cellulóz emészthetetlensége segíti az emésztést, fokozza a bélmozgást, így növelve a passzázst, vagyis a béltartalom áthaladását a bélcsövön. Mindezek következtében elengedhetetlen a szervezet számára a rostbevitel a gyomor és bélrendszer normál működésének elősegítésére. A kiegyensúlyozott táplálkozás támogatására a sütőiparban megjelentek a rostdúsított termékek. A rosttartalom növelése céljából leggyakrabban, a magas rosttartalma és gazdaságossága miatt, almát, illetve zabot alkalmaznak. A technológia során

figyelembe kell venni, hogy az élelmi rostok alkalmazása befolyásolja a tészta vízfeltevő-képességét.

— *Csökkentett tartalmú sütőipari termékek*

A csökkentett tartalmú élelmiszerek olyan funkcionális élelmiszerek, amelyekben olyan anyagok mennyiségi csökkentését valósítottuk meg, amelyek túlzott bevitele egészségkárosító hatással rendelkeznek. A sütőiparban erre a célra szénhidrátcsökkentett, só-csökkentett, illetve zsírszegény élelmiszerek jelentek meg.

— *Szénhidrátcsökkentett sütőipari termékek*

A szénhidrátcsökkentett termékeket elsősorban a szénhidrát-anyagcsere zavarral rendelkező fogyasztók részesítik előnyben, azonban a fogyókúrázók is előszeretettel fogyasztják. A szénhidrát-anyagcsere zavar legsúlyosabb formája a cukorbetegség, amelynél megkülönböztetünk 1-es, illetve 2-es típust (<https://cukorbetegseg-inzulin.hu/>). A szervezetben a hasnyálmirigy által termelt inzulin segíti a vérben lévő glükóz egységek sejtekbe történő beépülését. A vércukorszint csökkenésével az inzulin felszabadulása is csökken. A vércukorszint normál tartományát a máj biztosítja. A cukorbetegség esetén ez a folyamat nem megfelelően játszódik le, így a cukor felhalmozódik a vérben. Az 1-es típusú cukorbetegség esetén a hasnyálmirigy nem termel elegendő inzulint a vércukorszint normál szintjének fenntartásához, míg a 2-es típusú cukorbetegség során a sejtek rezisztenssé válnak az inzulinnal szemben (<https://cukorbetegseg-inzulin.hu/>). Az 1-es típus feltételezhetően genetikai hajlamnak köszönhetően alakul ki, így nem gyógyítható, kizárólag csak kezelhető. Ezzel szemben a 2-es típusú cukorbetegséget valamely más betegség, mint például elhízás, váltja ki, így annak gyógyításával a cukorbetegség is gyógyítható. Utóbbi típus esetén a cukorbetegség egyénre szabott diétával kezelhető, amely során a szénhidrát-bevitelt korlátozzák, minimalizálják. A szénhidrátcsökkentett terméknek tekinthető egy sütőipari termék, ha az eredeti termékhez képest az adott élelmiszer legalább 30 %-al kevesebb szénhidrátot tartalmaz (Markovics, 2007). A gyakorlatban ezt legtöbbször fehérjedúsítással érik el. A technológia során figyelembe kell venni, hogy a szénhidrátok mennyiségi csökkentése technofunkcionális hatással lesznek, csökkenni fog a tészta vízfeltevő-képessége. Ennek orvosolására az iparban hidrokolloidokat alkalmaznak, mint például guargumi, szentjánoskenyér liszt.

— *Só-csökkentett sütőipari termékek*

A só-csökkentés napjainkban nemzeti programmá nőtte ki magát, amelynek fő célja a lakosság túlzott sóbevitelének gátlása, ezzel is csökkentve a lakosság körében előforduló magas

vérnyomás gyakoriságát, ezáltal az agyvérzés és szívinfarktus kockázatát (<https://www.ogyei.gov.hu/>). A sütőipari termékek sótartalmának csökkentése esetén figyelembe kell venni, hogy a só technofunkcionális tulajdonságokkal rendelkezik, vagyis hatással lesz a tészta szerkezetére.

— *Zsírcsökkentett sütőipari termékek*

A zsírok szervezetünk számára kalóriát, energiát szolgáltatnak, továbbá a membránok szerkezeti felépítésében vesznek részt, hormonok és vitaminok építőanyagai (Fenyvessy, Jankóné, 2000). Túlzott bevitelük esetén a szervezetünkben felhalmozódnak, amely elhízáshoz és annak szövődményeihez vezethet. Ennek megelőzése érdekében jelentek meg a manapság divatos zsírcsökkentett termékek. A sütőiparban ezeknek a fajta termékeknek a gyártása még kísérleti stádiumban van.

— **A zsemlemorzsa gyártástechnológiája**

A zsemlemorzsa a vizes zsemlének vagy a BL 55 típusú liszt, víz, élesztő és só felhasználásával, morzsaagyártás céljából előállított félkész terméknek (babajka) a szárítása után aprítással előállított termék (MÉ 2-81/08). A zsemlemorzsa hamisítása zsírtartalom, illetve savfok meghatározással kimutatható.

A zsemlemorzsa egy durva őrlésű (0,1-1,6 mm átmérőjű), közel egyenletes szemcsenagyságú, érdes felületű, csomómentes termék. A zsemlemorzsa minőségi követelményeit a *Magyar Élelmiszerkönyv 2-81/08* számú előírása tartalmazza.

A zsemlemorzsa gyártását vizes zsemléből vagy azzal azonos összetételű, erre a célra sült, de a vizes zsemle gyártásához engedélyezett adalékanyagot nem tartalmazó, félkész termékből, babajkából, végzik. A kisült zsemlét, illetve a félkész terméket szikkasztják, majd darabolják. A feldarabolt terméket dobszáritóval, illetve szalagos száritóval vagy a kemence hulladékhőjével száritják, majd a nedvességtartalom 10-11 %-ra történő beállítása érdekében gyakran hűtődobokban hűtik. Ezt követően kalapácsos daráló alkalmazásával aprítják a terméket, majd szítálás segítségével a kívánt szemcseméret szerint osztályozzák és csomagolják a zsemlemorzst.

— **A gyorsfagyasztott termékek gyártástechnológiája**

A gyorsfagyasztott sütőipari termékek olyan félkész termékek, amelyeket gyorsfagyasztással tartósítanak, és csak valamely további technológiai művelet, mint például sütés, alkalmazását követően fogyaszthatók. A gyorsfagyasztott termékek minőségi követelményeit a *Magyar Élelmiszerkönyv 2-81/09* számú előírása tartalmazza.

A gyorsfagyasztott termékeket a felhasznált járulékos anyagok és a tészta kialakítása alapján csoportosítjuk (MÉ 2-81/09). A vizes tésztából készült gyorsfagyasztott péksütemények gabonaőrleményekből (általában BL 55 típusú lisztből), élesztő, só, víz és szükség szerint adalékanyag felhasználásával, tésztakészítéssel, alakítással előállított, esetleg töltelék is tartalmazó termékek. A tejes tésztából készült gyorsfagyasztott péksütemények gabonaőrleményekből (általában BL 55 típusú lisztből), élesztő, só, tej vagy tejpor, margarin (vaj), cukor, víz és szükség szerint adalékanyag hozzáadásával, esetenként ízesítőanyagok felhasználásával előállított, töltelék nélküli vagy töltelékes termékek. A dúsított tésztából készült gyorsfagyasztott péksütemények gabonaőrleményekből (általában BL 55 típusú lisztből), élesztő, só, tej vagy tejpor, zsiradék, cukor, víz és szükség szerint adalékanyag felhasználásával készült, töltelék nélküli vagy töltelékes termékek. A tojással dúsított tésztából készült gyorsfagyasztott finom pékárak gabonaőrleményekből (általában BL 55 típusú lisztből), élesztő, só, tej vagy tejpor, zsiradék, cukor, víz, tojás (tojáskészítmény) és szükség szerint adalékanyag, esetenként ízesítőanyagok felhasználásával előállított, töltelék nélküli vagy töltelékes termékek. Az omlós tésztából készült gyorsfagyasztott finom pékárak gabonaőrleményekből (általában BL 55 típusú lisztből), élesztő, só, tej vagy tejpor, zsiradék, cukor, víz, ízesítőanyagok felhasználásával, szükség szerint adalékanyag hozzáadásával, jellegzetes technológiával előállított, töltelék nélküli vagy töltelékes termékek. A leveles tésztából készült gyorsfagyasztott finom pékárak gabonaőrleményekből (általában BL 55 típusú lisztből), víz, zsiradék, só, szükség szerint adalékanyag, esetenként ízesítő anyagok felhasználásával előállított, laza, leveles szerkezetű, töltelék nélküli vagy töltelékes termékek. A gyorsfagyasztott termékeket technológia szerint kelesztés nélküli, kelesztés után, illetve elősütött vagy készre sütött gyorsfagyasztott termékek kategóriákba soroljuk (MÉ 2-81/09).

A kelesztés nélküli gyorsfagyasztott termékek gyártástechnológiája során először a felhasználandó anyagokat előkészítik. Az előkészítés során a lisztet szitálják, kimérik a szükséges anyagokat, illetve beállítják a dagasztóvíz hőmérsékletét. A gyorsfagyasztott termékek tésztakialakítása során kizárólag hidegtűrő élesztőt alkalmaznak. Az élesztő szaporodásának gátlására jégpelyhet, illetve hideg vizet alkalmaznak. A vizes, a tejes és a dúsított tésztából készített péksütemények esetében a tésztaképző nyersanyagokból közvetlen eljárással közepesen kemény tésztát készítenek. Érlelés nélkül megfelelő tömegűre osztják a tésztát, majd rövid pihentetés közbeiktatása után formázzák, esetleg töltik. Omlós tésztából készült termékek esetében előbb a lisztet elegyítik a zsiradékkal, majd a többi tésztaképző nyersanyag hozzáadása után dagasztják. Ezután végzik a nyújtást, darabolást, töltelékadagolást, formázást. Leveles termékek esetében a tésztaképző nyersanyagokból közvetlen eljárással

középesen keménytésztát készítenek, majd a tészta leveles szerkezetének kialakítását követően, rövid pihentetés után feldolgozzák (nyújtás, darabolás, töltelékadagolás, formázás).

A kelesztés után gyorsfagyasztott termékek esetén az előbbieken ismertetett technológia abban tér el, hogy a gyorsfagyasztás előtt a termékeket sütőlemezen részben vagy teljesen kelesztik.

Az elősütött vagy készre sütött gyorsfagyasztott termékek gyártása során a kelesztés után gyorsfagyasztott termékekkel ellentétben a termékeket a sütőlemezeken teljesen megkelesztik, majd felületkezelés után kemencében elő- vagy készre sütik.

Az előzőek szerint elkészített termékeket a *Magyar Élelmiszerkönyv I-3-89/108* számú előírása szerint kezelik. A gyorsfagyasztási folyamat során a termék maximális kristályképződés tartományán, a termikus kiegyenlítődést követően a termék minden pontján -18°C vagy annál alacsonyabb hőmérséklet mérhető (MÉ 1-3-89/108). A folyamat során keringtető vagy fűvókás fagyasztóban a terméket levegő, nitrogén, illetve szén-dioxid gáz alkalmazásával fagyasztják. Napjainkban a szén-dioxid, illetve nitrogén gázt alkalmazó kriogén fagyasztókat alkalmazzák. Gyorsfagyasztást követően a termékeket csomagolják, majd felhasználásig -18°C vagy annál alacsonyabb hőmérsékleten tárolják.

— **Sütőipari termékek érzékszervi pontozásos bírálat és minősítése (MSZ 20501/2-1989)**

Az érzékszervi pontozásos bírálatot és minősítést az érzékszervi bírálók, a bizottság és a bizottság vezetője végzi. Egy bizottság legalább 3 főből és a bírálat vezetőjéből álljon. Párhuzamosan több bizottság is működhet egy vezetővel, annak személyes felügyelete alatt. A vezető ellenőrzi a bírálat szabályos menetét, a bírálati lapok előírászerű kitöltését és elvégzi az értékelést.

A bírálathoz a termékeket olyan négyes csoportokba kell beosztani, hogy egy-egy csoportba azonos (pl. burgonyás kenyér) vagy hasonló jellegű termék (pl. tojással dúsított) kerüljön. A bírálat sorrendjét a fokozódó íz és szaghatás figyelembevételével kell megállapítani. Egy bizottság egy napon legfeljebb 20 termék bírálatát végezheti el. A négyes csoportok bírálata között rövid, 4-5 perces szünetet kell tartani. A bírálat közben az íz hatás semlegesítése céljából ivóvizet kell fogyasztani. A szünetekben dohányozni és a javasolt semlegesítő anyagokon kívül (szódavíz, alma, sajt) mást fogyasztani nem szabad.

A bírálati helyiség az alábbi paraméterekkel kell, hogy rendelkezzen:

- zaj- és szagmentes,
- jól szellőztethető,
- a levegő hőmérséklete $20 \pm 2^{\circ}\text{C}$,

- a levegő relatív páratartalma 50-70 %,
- a megvilágítás erőssége legalább 500 lux.

— ***Mintavétel és minta-előkészítés***

A mintavételt az **MSZ 6333** szabvány szerint kell elvégezni.

A mintavétel időpontját úgy kell megválasztani, hogy a termék a kisütéstől számított 3 órán túl, de a minőség-megőrzési időtartamon belül érzékszervi bírálatra kerülhessen.

Több üzem összehasonlító termékbírálatának esetében a mintákat termelőhely és termékfajta szerint külön kódszámmal kell ellátni. A szakértőbizottság tagjai a külső tulajdonságok (alak, héj) vizsgálatához egész, a bélzet, szag és íz vizsgálatához felszeletelt terméket kapjanak. Ha az érzékszervi bírálatra csak egy termék áll rendelkezésre, először az alak és héj tulajdonságait kell bírálni, majd felszeletelés után a bélzet, szag és íz bírálatát kell elvégezni.

— ***A vizsgálat végrehajtása***

Az érzékszervi bírálat során először a külső tulajdonságokat (alak, külső, héj), majd a bélzet bírálatát kell elvégezni. A termék tulajdonságainak értékeléséhez a termékre vonatkozó szabványos bírálati előírások ismeretére van szükség. A bírálatot a **20 pontos súlyozófaktoros bírálati módszerrel** végezzük.

Az egyes tulajdonságcsoportokon belül egységesen legfeljebb 5 pont adható és csak egész számokat szabad alkalmazni, de indokolt esetben (ha pl. egy bíráló értékeli) fél pont is adható. Az elérhető legnagyobb érzékszervi összpontszám 20 pont.

— ***Az alak és a külső megjelenés vizsgálata***

Az alak és a külső megjelenés vizsgálatát az egész, a fel nem vágott termék szemrevételezésével kezdjük el, majd megállapítjuk az alaki tulajdonságokat. A leggyakrabban előforduló hibák technológiai fegyelemsértésből adódóan:

- lapos vagy túl domború, esetleg deformált (tésztakészítés, kelesztés),
- egyenlőtlenül formázott (alakítás),
- meghúzott (vetés),
- összenyomott, deformált (tárolás, szállítás).

— *A héj vizsgálata*

A héj tulajdonságainak vizsgálata a termék anyagösszetételének figyelembevételével terjedjen ki a felületi jellemzőkre, a színre, a héj fényére, szerkezetére, állományára. A héj vastagságát felvágott terméken kell vizsgálni, ezen kívül meg kell állapítani azt is, hogy a héj a bélzettel összefüggő-e. A leggyakrabban előforduló hibák a kemencemunkára vezethetők vissza (nem megfelelő, lemosás, gőztelen sütőtér, rosszul megválasztott sütési hőmérséklet, vagy sütési idő).

— *A bélzet vizsgálata*

A bélzet tulajdonságainak vizsgálatát frissen felvágott terméken kell végezni. Meg kell állapítani, hogy a szín a termék jellegének megfelelő-e és hogy kellően egyenletes-e. A szín vizsgálatakor tekintettel kell lenni arra, hogy a nagyobb víztartalmú vagy durvább szövetszerkezetű bélzet színe sötétebbnek látszik, mint a kisebb víztartalmú, vékonyabb pórusfalú terméké. A bélzet szerkezetét tapintással is meg kell vizsgálni. A vizsgálatot olyan szeleteken kell elvégezni, amelyet közvetlenül a vizsgálat előtt a termék közepéből vágtak ki. A lágyág, illetve a merevség megállapításakor a szeletet előbb enyhébben, majd utána erőteljesebben összenyomjuk, ismételt összenyomáskor, az ellenállás csökkenése miatt, a bélzetet egyre lágyabbnak érezzük, ezért az összehasonlításra kerülő szeleteket mindig azonos módon kell összenyomni. A rugalmasságot a lágyág elbírálása után kell vizsgálni úgy, hogy a szeletet a hosszirányra merőlegesen hüvelyk- és mutatóujjunk között könnyedén összenyomjuk. A ragacsosság, illetve a morzsálódás megállapítására hüvelykujjunkat kétszer-háromszor a szeleten végighúzva megfigyeljük, hogy közben mennyi morzsa keletkezett a szeletelés alkalmával. A ragacsosságot a tapadás mértékéből állapítjuk meg. A leggyakrabban előforduló hibák a technológiai folyamatok szerinti csoportosításban:

- csírázott búzából őrölt lisztből sült termék héja elválk a sűrű, sötét, rugalmatlan bélzettől,
- enzimszegény liszt morzsálódó, száraz tapintású, durva szerkezetű bélzetet eredményez,

- a nyersanyagok rossz előkészítése következtében liszt-, illetve sócsomók találhatóak a bélzetben, durva hibaként állati kártevők és azok maradványaival szennyeződhet a termék,
- éretlen vagy kevés kovász sűrű, morzsálódó bélzetet eredményez,
- nagy adagú élesztő túlságosan lazított, erősen morzsálódó, esetleg széteső, nem szelelhető bélzetet ad,
- az erősen elsózott tészta nehezen érik és kel, sűrű, durva, morzsálódó bélzethez vezet, a sótlan tészta ellenkezőleg, gyorsan a túlkeltség jegyeit mutatja,
- rövid ideig végzett dagasztás eredménye a tészta egyenetlen szerkezete, esetleg csomók jelenléte,
- a túldagasztott tészta morzsálódó bélzetű és kis térfogatú terméket ad,
- a nem helyesen megválasztott tézszakonzisztencia sűrű, durva szerkezetű (kemény tészta), vagy egyenlőtlenül lazított, üreges (lágyszta) bélzetet eredményez,
- a helytelen táblamunka következménye üreges, egyenlőtlenül lazított, lisztcsíkos bélzet,
- a sületlen termékek bélzete nedves tapintású, rugalmatlan, esetleg szalonnás,
- nagyon meleg sütőtérben a tészta belső rétegei nem tudják követni a gyors térfogatnövekedést, ezért a héj elválk a bélzettől,
- a túlsütött termék vastag héjú, bélzete száraz, morzsálódó,
- helytelen tárolás, korai beládázás következtében a bélzet nedves tapintásúvá, szalonnássá válik,
- a kenyér öregedése a bélzet morzsálódásának fokozását, a rugalmasság gyengülését, a lágyszág elvesztését okozza, ez a folyamat egyes kenyérféléknél már a teljes kihülés előtt megkezdődik.

— *A szag vizsgálata*

A szag vizsgálatát úgy kell végrehajtani, hogy a félbevágott termék metszési felületét néhányszor összenyomjuk, és közben megszagoljuk a belsejéből kiáramló illó anyagokat. A leggyakrabban előforduló hibák:

- erőteljesen savanyú, vagy kevésbé savanyú, nem harmonikus szag (kovácsolási hiba eredménye),
- élesztős szag (sok élesztő adagolás, vagy éretlen tészta eredménye),

- idegen szag (romlott vagy szennyezett nyersanyagok, egyéb szennyeződés eredménye).

— *Az íz és az állomány vizsgálata*

Az íz vizsgálatokor elsősorban azt kell megállapítani, hogy az íz megfelel-e a termék jellegének. Ízleléskor meg kell állapítani, hogy a termékre jellemző íz mellett észlelhető-e:

- idegen,
- túlságosan sós vagy sótlan,
- túlságosan vagy nem kellően édes,
- túlságosan savanyú íz,
- rágáskor nem került-e fogunk alá kemény, a fogak alatt recsegő, a termékre nem jellemző, idegen anyag.

Az ízleléssel egy időben az állományt is észleljük. Ízleléskor olyan darabot kell a szájba venni, amelyből nem csak a bélzet, hanem a héj és az esetleges töltelék tulajdonságait is meg lehet állapítani.

— *Az eredmények kiértékelése*

Az érzékszervi tulajdonságokat a bírálók a **termékspecifikus bírálati előírás** követelményeinek megfelelően számszerűen kiértékelik, amely bírálati előírások a Melléklet táblázataiban láthatók.

A tulajdonságcsoport átlagpontszámát meg kell szorozni a jellemzőre vonatkozó súlyozófaktorral. A különböző termékek tulajdonságcsoportjaira vonatkozó súlyozófaktorokat a 11. táblázat írja elő.

11. táblázat A tulajdonságcsoportok súlyozófaktorai termékcsopontonként

Termékcsoport	Tulajdonságcsoportok				
	Alak	Héj	Bélzet	Szag	Íz
Kenyérfélék	0,6	0,6	1,4	0,4	1,0
Dúsított tésztából készült termékek	0,8	0,6	1,0	0,8	0,8
Tojással dúsított tésztából készült termékek	0,8	0,6	1,0	0,6	1,0
Tejes tésztából készült termékek	0,6	0,6	1,0	0,8	1,0
Vizes tésztából készült termékek	0,8	0,6	1,4	0,4	0,8
Omlós és leveles tésztából készült termékek	0,6	0,6	1,2	0,6	1,0

Az érzékszervi összpontszám alapján a terméket a 12. táblázat szerint minőségi kategóriákba soroljuk.

12. táblázat A 20 pontos súlyozófaktoros rendszer értéktáblázata

Összpontszám	MK ₁	Minőségi kategória
17,6-20,0	1,0	Kiváló
15,2-17,5	0,75	Jó
13,2-15,1	0,50	Közepes
11,2-13,1	0,25	Még megfelelő
<11,2	0,0	Nem megfelelő

A termék akkor szabványos, ha

- egyik bíráló sem adott valamilyen tulajdonságára 0 vagy a táblázatokban csillaggal jelzett 1 pontot,
- valamennyi tulajdonságcsoportha elérte a 2,8 súlyozatlan átlagpontszámot,
- a súlyozott összpontszám elérte a termékszabványban előírt határértéket, illetve annak hiányában a 11,2 érzékszervi összpontszámot.

— **Ellenőrző kérdések**

1. A Magyar Élelmiszerkönyv 2-81/08 számú előírása szerint mit nevezünk zsemlemorzsának?
2. Hogyan csoportosíthatjuk a gyorsfagyasztott sütőipari termékeket?
3. Jellemezze a sütőipari termékek gyorsfagyasztásának folyamatát!
4. Mit nevezünk allergén anyagnak? Mi a különbség a gluténmentes és a gluténcsökkentett sütőipari termékek között?
5. Mit nevezünk dúsított sütőipari terméknek? Milyen dúsítási lehetőségeket ismer a sütőiparban?
6. Miért számít bonyolult feladatnak a vitaminok adagolása?
7. Milyen előnyeit-hátrányait ismeri a szójafehérjével történő komplettálásnak?
8. A gyártástechnológia során milyen probléma léphet fel a szénhidrátcsökkentett sütőipari termékek előállításakor? Milyen módon oldható meg ez a probléma?
9. Milyen tulajdonságokkal kell rendelkeznie egy bírálati helységnek?
10. Milyen esetben szabványos a vizsgált termék?

— **FELHASZNÁLT IRODALMAK**

- Dr. habil Fenyvessy József, Jankóné dr. Forgács Judit (2000): *Általános élelmiszeripari technológia*, Szegedi Tudományegyetem, Szeged
- Dr. Lakatos Erika (2013): *Élelmiszeripari technológiák*, Palatia Nyomda és Kiadó Kft., Mosonmagyaróvár
- Dr. Markovics Erzsébet (2007): *Élelmiszeripari adalékanyagok és tápértéknövelő anyagok*, Juhász Gyula Felsőoktatási Kiadó, Szeged
- Fekete Károly, Sahin-Tóth Gyula dr., Suhajda Jánosné (2011): *Élelmiszerismeret I.*, Műszaki Könyvkiadó, Budapest
- Galambosné Goldfinger Erzsébet (2012): *Élelmiszer alapismeret a vendéglátó szakterület számára*, Képzőművészeti Kiadó Kft., Budapest
- <http://www.pekszovertseg.hu/kenyer-tortenete>
- <https://cukorbetegseg-inzulin.hu/cukorbetegseg-fajtai>
- <https://glutenerzekeny.hu/akkor-mitol-puffadok-gabonaallergia-glutenerzekenyseg-coliakia/>
- <https://glutenerzekeny.hu/mit-ehet-es-mit-nem-egy-glutenerzekeny-osszefoglalo-tablalat/>
- [https://www.news-medical.net/health/What-is-Phenylketonuria-\(PKU\).aspx](https://www.news-medical.net/health/What-is-Phenylketonuria-(PKU).aspx)
- https://www.ogyei.gov.hu/stop_so_nemzeti_socskento_program/
- Kovácsné Kalmár Katalin (2010): *Sütőipari termékelőállítás*, FVM Vidékfejlesztési, Képzési és Szaktanácsadási Intézet, Budapest
- Magyar Élelmiszerkönyv 1-3/16-1 számú irányelv Sütőipari termékek
- Magyar Élelmiszerkönyv 1-3-89/108 számú irányelv Gyorsfagyasztott élelmiszerek
- Magyar Élelmiszerkönyv 2-81 számú irányelv Sütőipari termékek
- Szabó P. Balázs (2017): *A hazai sütőipar helyzete napjainkban*, Jelenkori társadalmi és gazdasági folyamatok, XII. évfolyam, 1-2. szám
- Szalai Lajos (1990): *A sütőipar technológiája*, Kertészeti és Élelmiszeripari Egyetem, Élelmiszeripari Kar, Budapest
- Tasnádi Endre (1999): *Sütőipari gépek és berendezések II.*, Agrárszakoktatási Intézet, Budapest
- Tolnainé Szabó Beáta (2008): *A sütőipar segéd- és járulékos anyagai*, Nemzeti Szakképzési és Felnőttképzési Intézet, Budapest
- Vincze Imréné (2008): *A sütőipari termékek kihelyezése, bemutatása és értékesítése*, Nemzeti Szakképzési és Felnőttképzési Intézet, Budapest
- Werli József (1998): *Sütőipari technológia I.*, Agrárszakoktatási Intézet, Budapest



ÉDESIPAR

című tananyag

Dr. habil. Gyimes Ernő PhD., egyetemi docens
Csercsics Dóra, tanszéki mérnök

Szegedi Tudományegyetem Mérnöki Kar

Élelmiszer-mérnöki Intézet

2019.

Tartalomjegyzék

<u>ÉDESÍTŐSZEREK ÉS HELYETTESÍTÉSÜK</u>	92
<i><u>A cukorfogyasztás egészségügyi hatásai</u></i>	92
<i><u>Diabetikus édességek</u></i>	92
<i><u>Édesítőszerek</u></i>	94
<i><u>Glikémiás Index</u></i>	98
<i><u>Édesítőkéesség</u></i>	100
<i><u>Relatív hűtőhatás – „cooling effect”</u></i>	100
<i><u>Oldhatóság</u></i>	101
<i><u>Ellenőrző kérdések</u></i>	102
<u>EXTRUDÁLT ÉDESIPARI TERMÉKEK</u>	103
<i><u>Extrudálás – alapfogalmak</u></i>	103
<i><u>Reaktív extruderek működése</u></i>	105
Extrudálás során létrejött változások.....	106
Reaktív extruderek működési sajátosságai.....	109
Extrudált termékek ízesítése.....	111
<i><u>Ellenőrző kérdések</u></i>	112
<u>KAKAÓVAJ ÉS KAKAÓVAJ ALTERNATÍVÁK</u>	113
<i><u>Kakaóvaj, kakaóvaj analógok és temperálásuk</u></i>	113
Kakaóvaj.....	113
Kakaóvaj analóg zsírok (kakaóvaj utánzatok).....	118
Szilárd zsír arány jellegzetességei – SFC görbe.....	120
A kakaóvaj polimorfizmusa	122
<i><u>A csokoládétermék előállítási folyamatának műveletei – a temperálás</u></i>	125
<i><u>Ellenőrző kérdések</u></i>	128
<u>FELHASZNÁLT IRODALMAK</u>	129

A tananyag az EFOP-3.5.1-16-2017-00004 pályázat támogatásával készült.

— ÉDESÍTŐSZEREK ÉS HELYETTESÍTÉSÜK

— A cukorfogyasztás egészségügyi hatásai

A nagymértékű cukorfogyasztásnak több negatív hatása is van egészségünkre nézve, úgy mint: tápanyag-bevitel eltolódása, fogszuvasodás, elhízás és a cukorbetegség.

A cukornak nincs tápértéke, csupán energiatartalma, így mikor egy étkezést cukros élelmiszerrel pótlunk, a kalórián kívül nem viszünk be tápanyagokat vagy lényegesen kevesebbet, mintha kevésbé feldolgozott élelmiszert fogyasztottunk volna.

A cukorfogyasztás és a fogszuvasodás közti kapcsolat bizonyított. Az étrend befolyásolja a nyál mennyiségét, pH-ját és összetételét, illetve így közvetve a fogak egészségét. A nyál enzimeit által lebontott szénhidrátok tápanyagot jelentenek a száj baktériumflórájának, melyek lebontva a cukrokat csökkentik a nyál pH-ját. Az így sérülékenyebb fogaknál megkezdődhet az ásványi anyagok kioldódása így gyengítve azt. Ezenkívül az étel halmazállapota, az étkezés gyakorisága, a nyál mennyisége, szájhigiénia mind befolyásolja a fogszuvasodásra való hajlamot. Ugyanakkor, a fluoridos fogkrémek széleskörű használata óta csökkent a fogszuvasodások száma, a cukorfogyasztás növekedés ellenére. Ebben nagy szerepe van a cukormentes rágók használatának is (Touger-Decker, 2003).

A napi cukorbevitel jelentős része a cukrozott üdítőkből ered. Ezek fogyasztásának növekedése összefüggésben áll a lakosság elhízásával. Az elhízás és társbetegségei (cukorbetegség, keringési betegségek), a csökkent életminőség, a magas egészségügyi kiadások mind arra ösztönzik az országokat (már amik felismerték ennek fontosságát), hogy megelőző intézkedéseket hozzanak. A magas többletkalória-fogyasztás elhízáshoz, amely akár második típusú cukorbetegséghez vezethet. A cukrozott üdítők fogyasztása magában – az elhízástól függetlenül – kardiovaszkuláris problémákat és felnőttkori cukorbetegséget okozhat a magas vércukorszint által, mely megnövekedett fruktóz metabolizmust, gyulladást, inzulin rezisztanciát vonhat maga után (Malik, 2010).

— Diabetikus édességek

A diabetikus édességek egy szűkebb fogyasztói csoportot céloznak meg, a cukorbetegeket. A szénhidrátszegény édesipari termékek arra hivatottak, hogy a speciális diétát követő betegek is fogyaszthassanak mértékkel édességet a napi szénhidráttűrésen belül. Forgalomba hozásukhoz

az egészségügyi szervek külön engedélyével kell rendelkezni. A legnépszerűbb diabetikus termékek: cukorkák (szorbitból), nugátok (édesítésük szorbittal, szacharinnal), csokoládék (édesítés szorbittal), lisztesárúk (édesítés szorbittal, búzaliszt nagy része helyett szénhidrátmentes glutinliszt). (Sahin-Tóth et al 2007)

A bulk édesítőszer energiataralma is kisebb, mint a cukoré, ez lehetővé teszi a termék energia tartalmának csökkentését

A dietetika másik nagy területe a fokozott rost bevitel – erre a pralinék viszonylag kisebb lehetőséget adnak

Az ún. fortified („erősített”) termékek többlet vitamin- és ásványi anyag bevitelt jelentenek

A diabetikus és dietetikus termékek (ún. „különleges táplálkozási igényeket kielégítő termékek”) szabályozása bonyolult szakmai kérdéseket vet fel – célszerű az OÉTI szakembereinek a tanácsát kikérni

— ***Cukorhelyettesítés az édesiparban***

A cukorhelyettesítése mind a cukor alapú termékben, mind a csokoládé és lisztes termékben is megvalósítható. Nehézséget a kristályos-amorf szerkezetű termékeknél jelent, mivel nem minden édesítőszer rendelkezik kristályos szerkezettel, sőt némelyikük csak folyékony formában fordul elő. További problémát jelent, hogy egyes cukorhelyettesítők nem vesznek részt a Maillard reakcióban, valamint további nehézség a megfelelő édes íz kialakítása is. Ez utóbbi alatt azt értjük, hogy a szacharóz jellegzetes édes íz profiljától az intenzív, és a bulk édesítőszer nagy része eltér, gyakran mellékízt okozva.

— ***Bulk édesítő szerek csokoládékban***

A technológiában a legfontosabb különbség, hogy a fruktóz és a cukoralkoholok 45-50°C fölött vizet adnak le, és ettől a csokoládé „összeugrik”, durva agglomerátumok (csomók) alakulnak ki, a folyási tulajdonságok pedig drasztikusan leromlanak. Ez mind az aprító finomításnál, mind a konsolásnál nagy óvatosságra kötelez.

Csokoládéhoz leginkább a lactit ajánlott, mert a viszkozitás ennél a legkisebb.

— **Édesítőszer**

— **Cukrok**

A cukor elnevezés a kémiában egy gyűjtőfogalom, mellyel a különböző, szénhidrátok csoportjába tartozó vegyületeket jelölik.

Megkülönböztetünk egyszerű, illetve összetett cukrokat.

Az egyszerű cukrok mono-, vagy oligoszacharidok lehetnek. Vízben jól oldódnak, jellemzően édes ízűek, illetve kristályosíthatók. Legismertebb tagjaik: a glükóz (szőlőcukor), a fruktóz (gyümölcscukor), a szacharóz (répa-/nádcukor), a maltóz (malátacukor) és a laktóz (tejcukor).

Az összetett szénhidrátok, vagy más néven poliszacharidok több száz monoszacharid összekapcsolódásával jönnek létre. Ilyen összetett cukor pl. a keményítő. Általában nem édes ízűek, azonban a hidrolízis, vagyis a lánchidasítás során az édes íz fokozható, ugyanis ilyenkor a szénhidrát cukormolekulákra való bontása történik.

A napjainkban cukornak nevezett, mindennapi étkezéshez használt édesítőszer a szacharóz, melyet a cukorrépából nyernek ki vizes kioldással, majd finomítanak, végül pedig kristályosítanak. (A másik előállítási mód a cukornádból való kinyerés.)

A szacharóz az egyszerű szénhidrátok csoportjába tartozó diszacharid, mely egy glükóz és egy fruktóz molekula összekapcsolódásából épül föl.

— **Cukorhelyettesítők**

A cukorhelyettesítők olyan cukorszármazékok, amelyek a szervezetben a cukroktól (pl. szacharóz, glükóz) eltérő anyagcsere-folyamatok során hasznosulnak, illetve egy részük egyáltalán nem hasznosul. Elnevezésük abból ered, hogy e vegyületek többé-kevésbé betöltik azt a funkcionális szerepet is, ami az adott termékben a cukorhoz kapcsolódik, úgy, mint fizikai szerkezet kialakítása, eltarthatóság növelése, viszkozitás növelése

Lényeg, hogy a cukrot olyan szénhidrátokkal vagy szénhidrát származékokkal kell helyettesíteni, hogy azok a szervezet vércukrárt csekély mértékben és lassan emeljék.

Természetes cukorhelyettesítők: cukoralkoholok, poliszacharidok

A poliolokat vagy cukoralkoholokat különféle szénhidrátok hidrogénezésével állítják elő. Kémiai szempontból mono- és diszacharidokból származnak. Ezen termékek szénhidrátok, de nem cukrok.

— *Cukoralkoholok*

Szintelenek, a cukrokhoz hasonlóan édesek, higroszkopikus tulajdonságúak. Utóbbi jellemzőjét kihasználja az élelmiszeripar, mivel adagolásával csökkenthető az élelmiszerek vízaktivitása, emellett lágyítják és nedvesítik a terméket. Előnyük a cukrokkal szemben, hogy a vércukorszintet nem, vagy csak mérsékelten emelik, de emellett édes ízűek. A szénhidrátok (cukrok) oxocsoportjának redukálásával hozhatók létre. Aldózokból (pl: glükóz) csupán egyféle cukoralkohol képződhet, mivel a redukció során nem alakul ki új asszimetriacentrum, míg ketózoknál (pl: fruktóz) két, egymással sztereoizomer termék képződhet. Élelmiszeripari szempontból a szorbit, mannit és a xilit a legjelentősebb. Természetben is előfordulnak, legnagyobb mennyiségben a D-szorbit vagy szorbitol található (Csapó, 2003; Gasztonyi, 1993). Felhasználásuk során figyelembe kell venni, hogy a cukrokkal ellentétben nem vesznek részt a Maillard reakcióban, így azon termékeknél, ahol a karamellizáció és az íz kialakulás fontos szempont, ezt más módon kell megoldani. Termékfejlesztésnél, ahol cél az energiacsökkentés, törekedni kell az eredeti szénhidrát - pl 45-ös DE-jű glükóz-fruktóz szirup – helyettesítésénél tulajdonságaiban minél közelebb álló poliol alkalmazásához. E során figyelembe kell venni többek közt az édesítő képességet, dextróz egyenértéket és molekulatömeget (Mitchell, 2006).

Természetes édesítőszer közé sorolhatók: répacukor (szacharóz), szőlőcukor (glükóz), gyümölcscukor (fruktóz), malátacukor (maltóz), invertcukor (glükóz és fruktóz elegye), tejcukor (laktóz) illetve még ide sorolható a keményítősörp és a méz is, ami a legrégebben ismert természetes édesítőszer. A cukoralkoholok is édes ízűek ilyen például a mannit, a szorbit, a xilit és a maltit is. Természetes édesítőszerhez sorolható még az édesgyökér vagy az édesfa kivonatában található glicirrizin. (Gasztonyi- Lásztity, 1993)

Cukoralkoholok előfordulása a természetben

Szorbit: gyümölcsök (szeder, szilva, alma, cseresznye stb.)

Mannitol: édes sárgadinnye, alga, gomba, olajbogyó

Eritrit: gyümölcsök (szőlő, körte), erjesztett ételek (bor, soja szósz stb.)

Xilit: kis mennyiségben gombákban, az anyagcsere normális közbenső szakaszában

Maltit: nyomokban való jelenlét

Isomalt: nem létezik a természetben

Cukoralkoholok eredete

Cukorrépa vagy cukornád → cukor → izomaltóz → izomalt

Kukorica, búza → keményítő → maltóz, maltóz szirup → maltitol, maltitol szirup

Kukorica, búza → keményítő → fruktóz → mannitol, szorbitol

Kukorica, búza → keményítő → dextróz, glükóz szirup → szorbitol, szorbitol szirup

Kukorica, búza, nyírfakéreg, mandula héj → keményítő, hemicellulóz → xilóz → xilitol

Tehén → tej → laktóz → laktitol

1. táblázat Néhány cukoralkohol felhasználási lehetőségei termékekben

	Fő jellemzői	Alkalmazása
Szorbitol folyadék	Gazdaságos	Fondan, fudge, gumicukorka, keménycukorka, marshmallow
Szorbitol por	Gazdaságos	Rágógumi, fondan, fudge, marshmallow
Maltitol folyadék	Magas édesítőképesség	Keménycukorka, gumicukorka, marshmallow
Maltitol por	Magas édesítőképesség	Fondan, fudge, csokoládé
Xilitol	Szacharózhoz hasonló édesítőképesség	Rágógumi
Mannitol	Folyékonyság, higroszkópos nem	Rágógumi
Izomalt	Nem higroszkópos, alacsony édesítőképesség	Keménycukorka
Laktitol	Nem higroszkópos, kristályosodó	Pékárak

2. táblázat Cukoralkoholok tulajdonságai

	Eritritol	Xilitol	Mannitol	Szorbitol	Maltitol	Izomalt	Laktitol	Szacharóz
Szénatomok száma	4	5	6	6	12	12	12	12
Molekula tömeg	122	152	182	182	344	344	344	342
Olvadáspont (°C)	121	94	165	97	145-150	122	122	190
Üvegesedési hőmérséklet (°C)	-42	-22	-39	-5	34	33	33	52
Oldódáshő (kcal/g)	-43	-36,5	-28,5	-26	-9,4	-13,9	-13,9	-4,3
Hő stabilitás (°C)	>160	>160	>160	>160	>160	>160	>160	<150
pH	2-10	2-10	2-10	2-10	2-10	>3	>3	hidrolizál
Oldhatóság ww% (25 °C)	36	66	18	72	60	28	58	67
Energiatartalom	0	2,4	2,4	2,4	2,4	2,4	2,4	4
Higroszkóposág	nagyon alacsony	alacsony	nagyon alacsony	magas	alacsony	alacsony	közepes	közepes

Mesterséges cukorhelyettesítők: kémiai úton előállított termékek

A mesterséges édesítőszereket a 19. század vége felé kezdték el felfedezni és alkalmazni az élelmiszeriparban. Használatuk előnye, hogy sokkal kisebb koncentrációban alkalmazhatók, mint a szénhidrát alapú édesítők, viszont édesítőkéességük nagy, illetve nincsen kalóriatartalmuk, így cukorbeteg is fogyaszthatják.

Mesterséges édesítőszerek közé sorolhatók: a szacharin, ciklamát, szukralóz, aceszulfám-K és az aszpartám.

Egy másik csoportosítási mód szerint az édesítőszereket oszthatjuk **intenzív** és **„bulk”** édesítőszerekre. A bulk édesítőszerek térfogat és tömegnövelő hatással bírnak, édesítőképességük azonos a szacharózéval. Felhasználásukat mégis az indokolja, hogy ezen anyagok, fele annyi energiát szolgáltatnak a szervezet számára, mint a szacharóz (4 kcal/g), így a cukoranyagcserét nem befolyásolják, ezért cukorbeteg is fogyaszthatják. A bulk édesítőszerek a következők: a mannit, a maltit, a maltitszirup, a laktit, a xilit, az eritrit, az izomalt és a szorbit.

Az intenzív édesítőszerek kis mennyiségben, de intenzíven jelennek meg a termékekben. Édesítőképességük több tíz, százszorosa a szacharózéval. Energiát nem szolgáltat a szervezet számára, a cukoranyagcserét nem befolyásolják, így fogyasztásuk cukorbeteg számára is elfogadott. Intenzív édesítőszerek: aszpartám, szukralóz, ciklaminsav és sói aceszulfám-K, szacharin, és Na-, K-, Ca-sói, neoheszperidin-dihidrokalkon, aszpartám-aceszulfám sója, taumatin, neotám, advantám, , szteviol-glikozidok. (Lugasi, 2016)

— **Glikémiás Index**

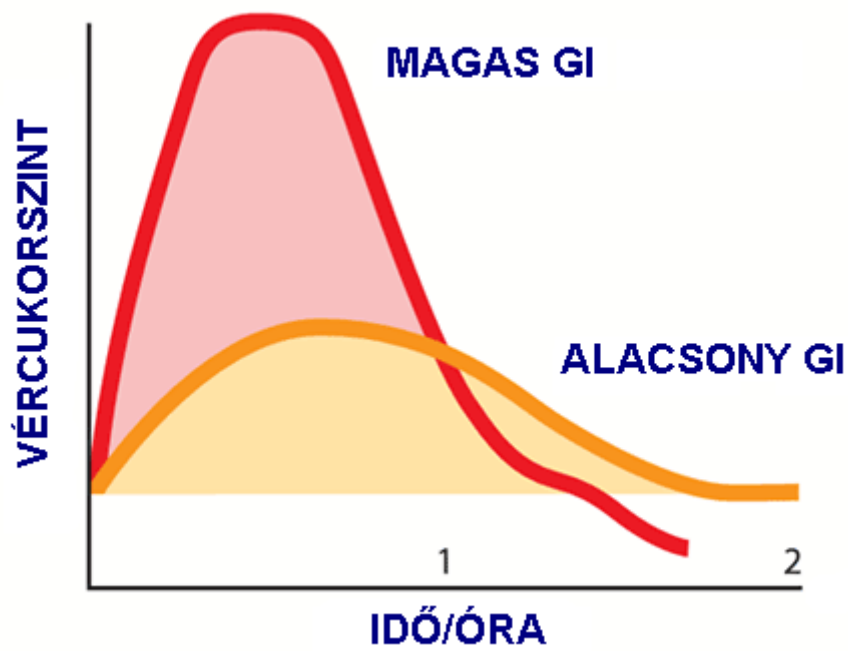
A glikémiás index a szénhidrátok rangsorolása alkalmas mérőszám, amelynek mérése a vér glükózszintjének (ezt hívjuk vércukor szintnek) változása alapján történik. A legmagasabb glikémiás indexűek azok a szénhidrátok, amelyek az emésztés során gyorsan lebomlanak és a vércukorszint gyorsan és magasra emelik. Azok a szénhidrátok, amelyek lassan bomlanak le, a glükóz fokozatosan szabadul fel és mérsékelt ütemben emelik a vércukorszintet, így ezek alacsony GI értéket mutatnak.

Glikémiás Index tartományok

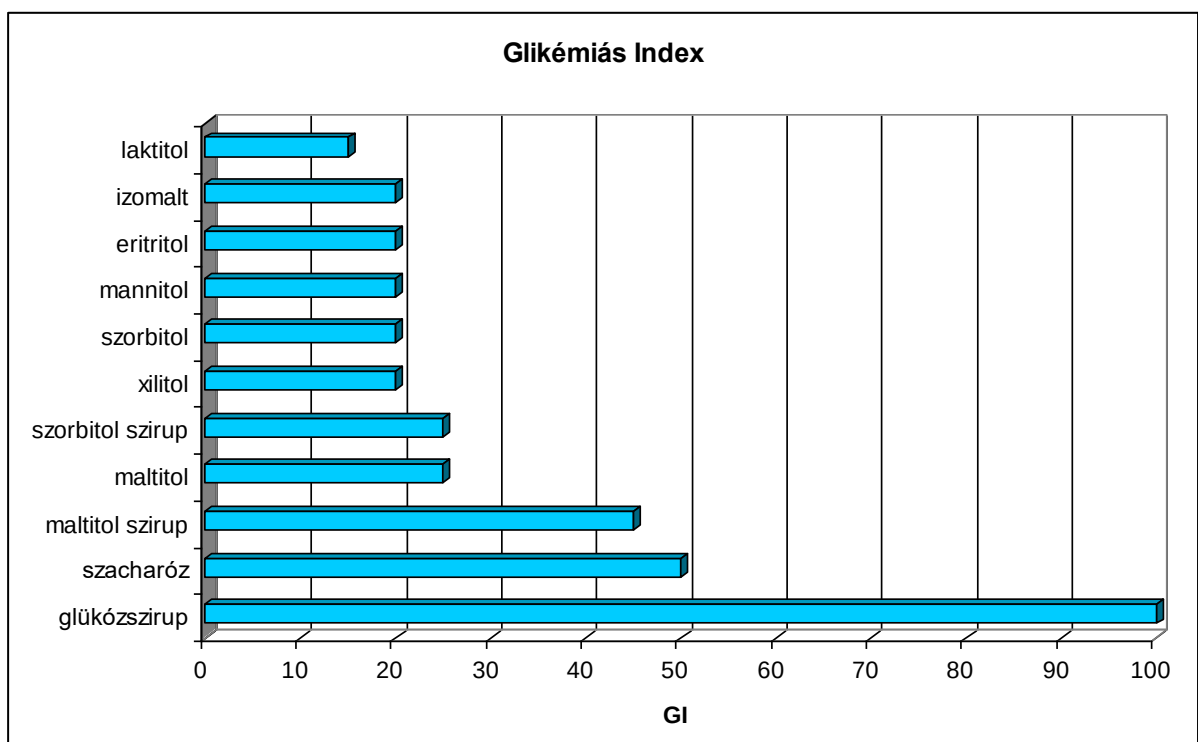
Alacsony GI = 55 vagy kevesebb

Közepes GI = 56 – 69 között

Magas GI = 70 vagy előtti érték



1. ábra Glikémiás Index



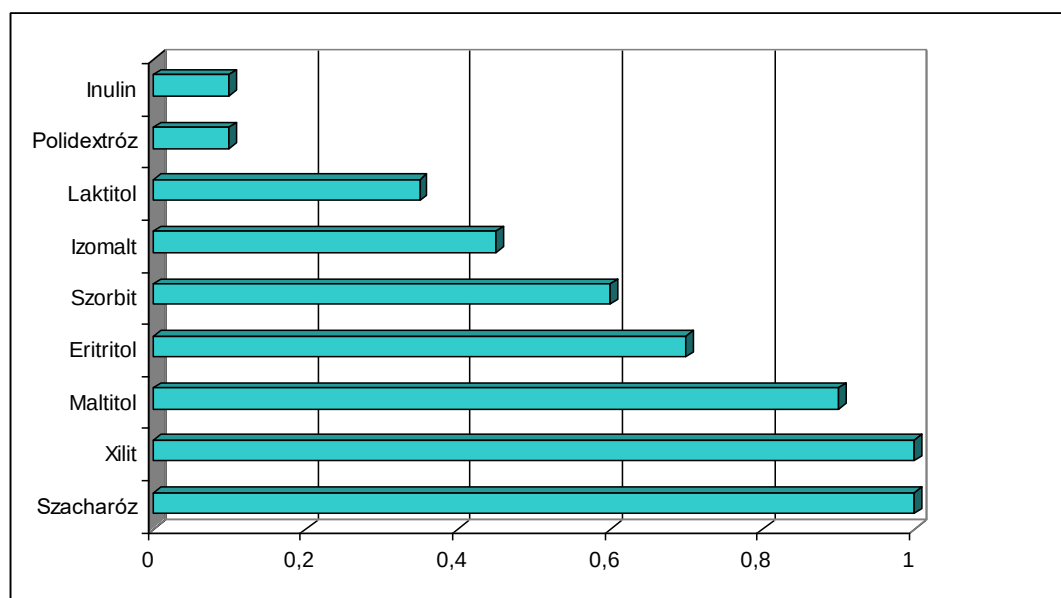
2. ábra Néhány édesítőszer GI értéke

— Édesítőképesség

A „relatív édesség” egy viszonyszám, amely megmutatja, hogy mekkora mennyiségű szacharóznak felel meg a cukorhelyettesítő mennyisége vízel oldatban.

Példaként a fruktóz esetében ez a szám 1,25, amely azt jelenti, hogy ha pl. 100 g fruktózt vízben feloldunk, annyire lesz édes az oldat, mintha 125 g cukrot oldottunk volna fel (a fruktóz édesítőképessége egyébként hőmérsékletfüggő).

A szacharóz édesítőképessége 1!



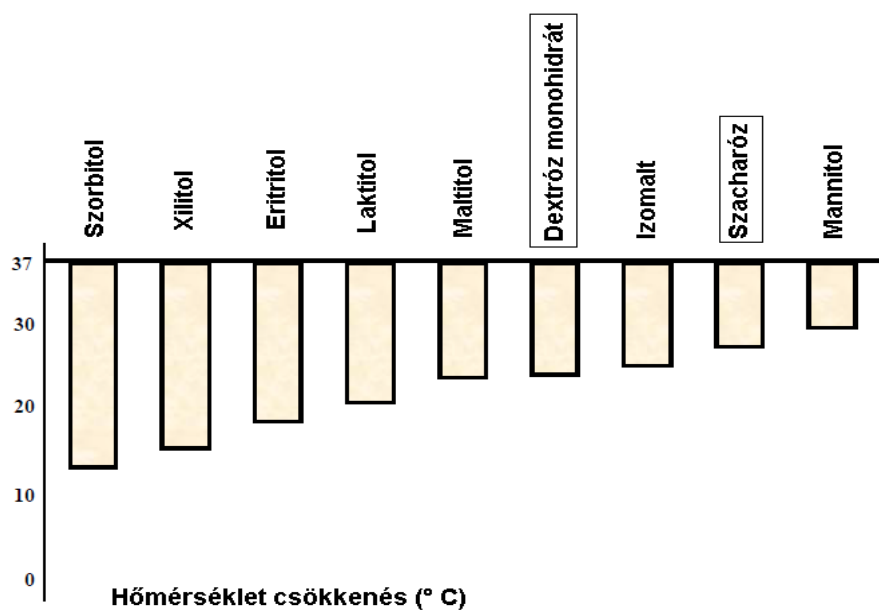
3. ábra Néhány édesítőszer édesítőképessége

— Relatív hűtőhatás – „cooling effect”

A „relatív hűtőhatás” azt jelenti, hogy az adott cukorhelyettesítő hányszor nagyobb energiát von el a környezettől oldódás közben, mint a szacharóz (amelynek oldódás hője 18,7 kJ).

A hűsítő érzés hatása a következőktől függ: az oldat hőmérsékletétől, a cukoralkohol szájban való oldhatóságának hőmérsékletétől, a részecskemérettől (minél finomabb a részecskeméret, annál gyorsabban oldódik fel).

Csokoládében a hűtő hatás minimálisra csökkenthető izomalt vagy maltitol használatával.

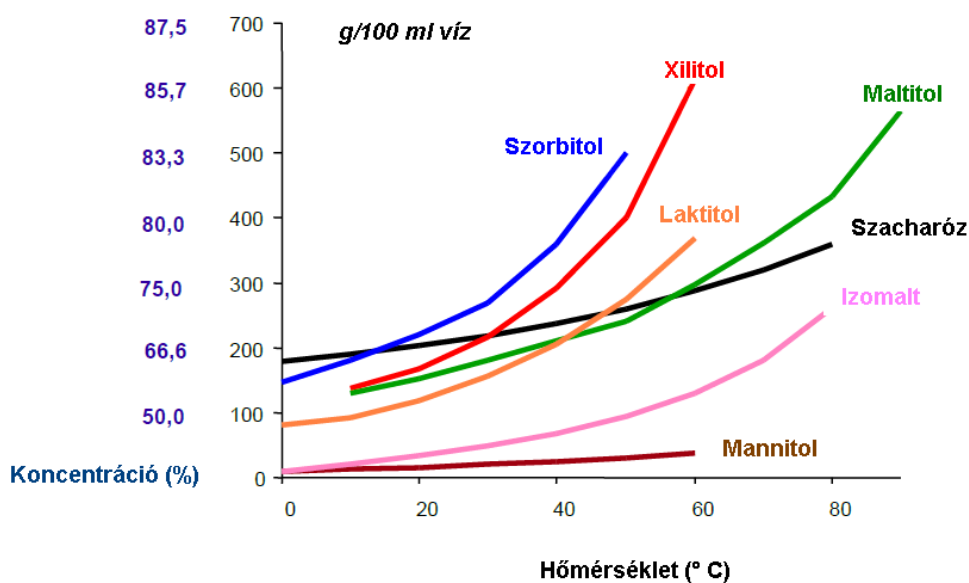


A szájban előforduló frissítő hatás szimulálására 150 g terméket feloldottunk 50 ml vízben 37 ° C-on.

4. ábra Néhány édesítőszer relatív hűtőhatása

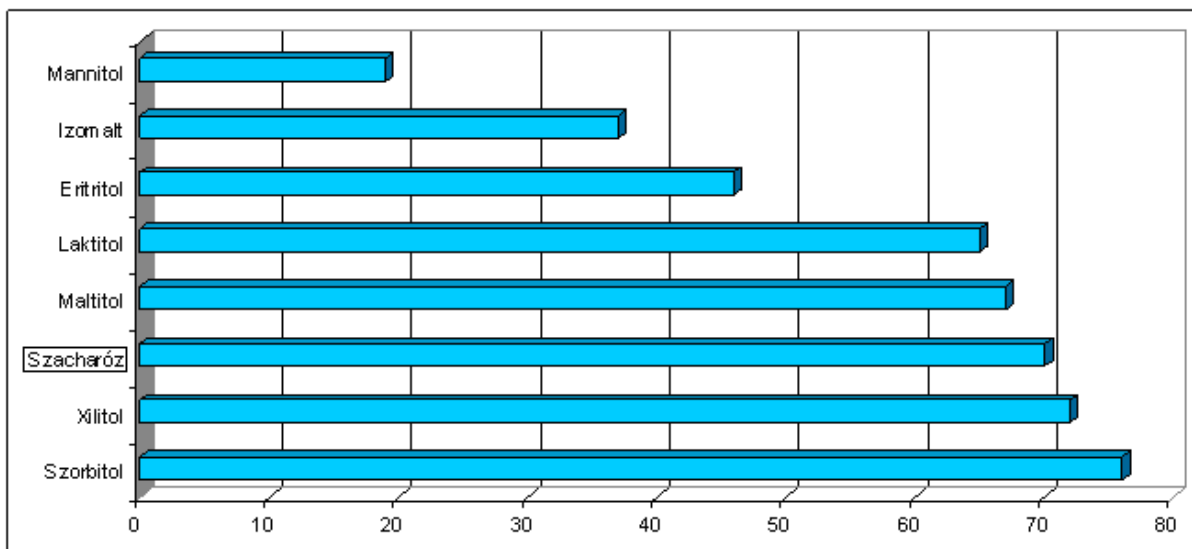
— Oldhatóság

Az édesipari termékek jelentős része a hidrophil jellegű és az oldhatóságnak (vízoldhatóság) kiemelt jelentősége van. Az alábbi ábrán néhány cukoralkohol és a szacharóz vízoldhatósági görbéjét láthatjuk.



5. ábra Relatív oldhatóság (g / 100 g oldat) 37 ° C-on

Az alábbi ábrán a fentieket mutatjuk be a szacharózhoz való oldhatósághoz viszonyítva (37 °C)



6. ábra Néhány édesítőszer relatív oldhatósága

— **Ellenőrző kérdések**

1. Mit jelent a glikémiás index?
2. Milyen ok miatt kerül sor a cukor (szacharóz) mellőzésére a táplálkozásból?
3. Mi okozza a „cooling effect” nevű jelenséget és mely édesítőszernél jelentős?
4. Mit jelent az intenzív édesítőszer és mi ennek az ellentéte?
5. Mely édesítőszer alkalmas amorf szerkezetű édességek gyártására és miért?

— EXTRUDÁLT ÉDESIPARI TERMÉKEK

— Extrudálás – alapfogalmak

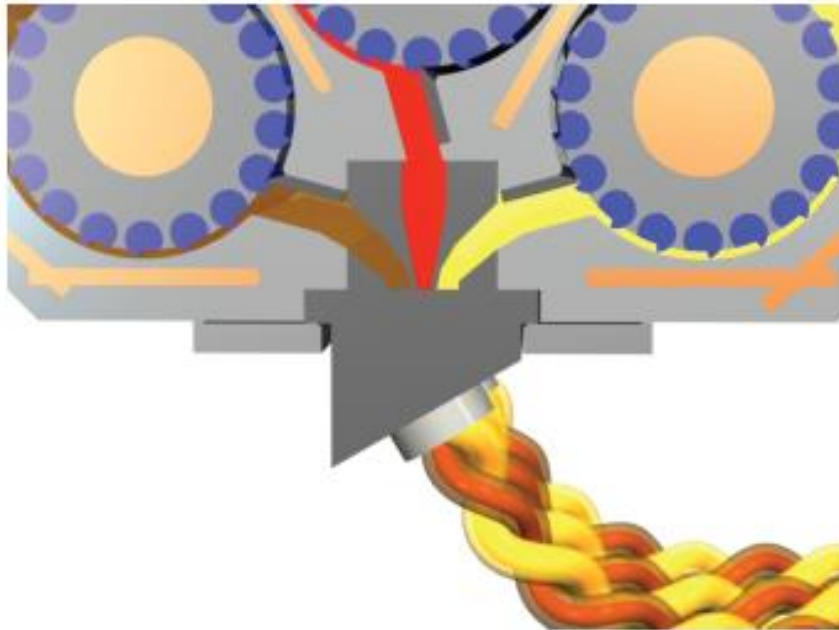
Elsősorban a két eljárás közötti különbséget kell tisztázni. A formázó extrúzió célja elsősorban vagy kizárólag az alakadás. Másként fogalmazva a forma kialakítás. Például egy csokoládé szelet alakjának a létrehozása. A reaktív vagy másként fogalmazva szerkezet kialakító extrudálás – a nevéből is kiolvashatóan szerkezetet (textúrát) hoz létre. Ebben az esetben már komolyabb fizikai-kémiai átalakulások is történnek a művelet során. Mindezt azért szükséges tisztázni, mert a köztudatban – főként az élelmiszeriparon belül – általában extrúzióról esik szó, a két eljárás közötti lényeges különbségeket figyelmen kívül hagyva.

Az 1. ábra bal oldalán egy formázó extruderrel készült édesipari termék, a jobb oldali képen egy reaktív extruderrel készült chips látható.



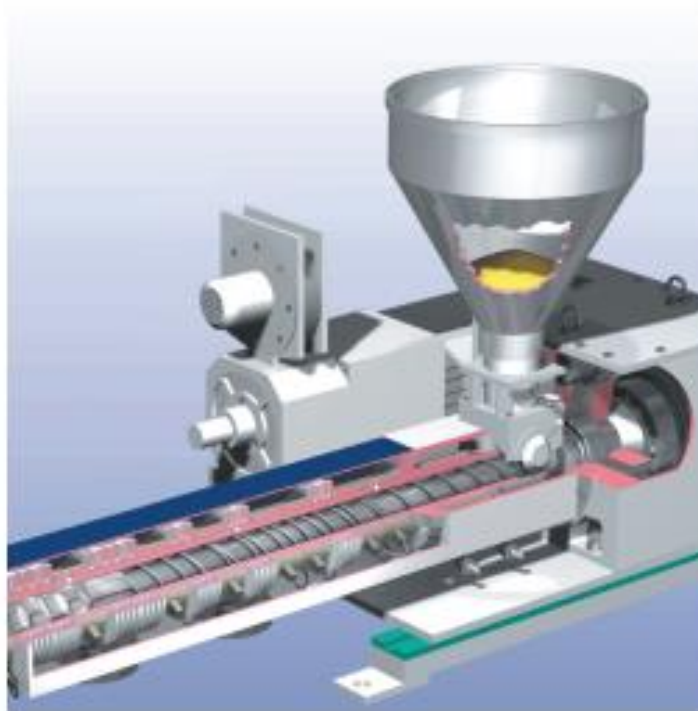
1. ábra A formázó és a szerkezetkialakító (reaktív) extrudálás közötti eltérés a késztermék jellege alapján

Mivel a formázó extruderek számtalan formában és változatban fordulhatnak elő, példaként egy formáját a 2. ábra mutatja be.



2. ábra A formázó extruder kialakításának egy lehetséges megoldása, három rétegű zselétermék formázásához (forrás: Hosokawa-Bepex)

A reaktív extruderek ezzel szemben több részből állnak, jellegzetességük az egy-két vagy akár több csigás kivitel (3. ábra)



3. ábra Reaktív – szerkezetkialakító extruder robbantott képe

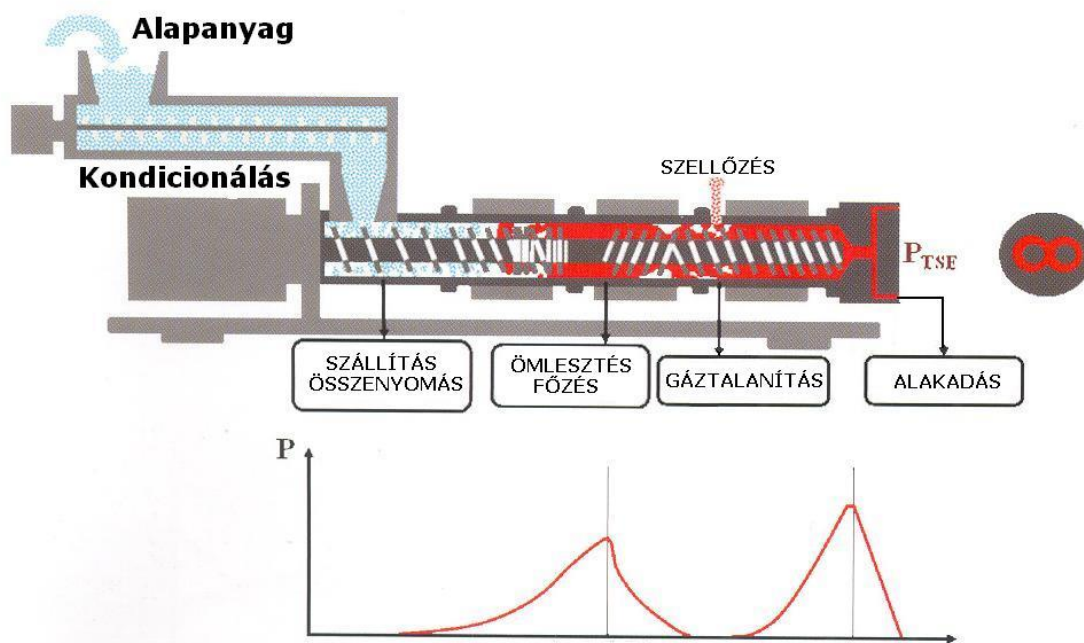
— **Reaktív extruderek működése**

Vizsgáljuk meg a kétféle elv szerint működő extruderek sajátosságait, kezdve a bonyolultabbnak tetsző **reaktív extruzióval**.

Mivel az extrudálás a műanyag (polimer) iparból származik, helyesnek tűnik az eredeti megfogalmazást megismerni. A reaktív extrudálás olyan folytonos kémiai polimer átalakítás vagy polimer szintézis, amely általában ikercsigás extruderben történik. Ezáltal lehetővé válik, hogy a polimer analóg reakciók úgy menjenek végbe, hogy oldószert nem kell használni (<https://www.ict.fraunhofer.de>). Vagyis egy szerkezet át – és kialakító műveletről beszélünk, ami alatt kémiai átalakulás is végbemegy.

Valamikor az ötvenes-hatvanas években kezdett az élelmiszeriparban is megjeleni az extrudálás, az első gépek még a műanyag iparból származó átalakított gépek voltak. Magyarországon a hetvenes-nyolcvanas években telepítették az első gépeket, jellemzően szintén átalakított gépeket. Ezek még általában egycsigás berendezések voltak és ezen tanulta meg a szakma az extrudálást. Éppen a környezetkímélő hatása miatt gyorsan nagy népszerűségere tett szert. Ehhez kapcsolódott szerencsésen, hogy a reform életmód térnyerésével egyre többen fogyasztottak gabonapelyheket, amelyek egy része szintén extrudálással készült és készül a mai napig.

Az extrudálást – ebben az esetben - úgy kell felfogni, mint a főzés-extrudálást, amelynek célja egy szerkezettel rendelkező (texturált) ropogós termék, amely sütés nélkül készül ugyan, de leginkább egy sült termékhez hasonlít. Erre a legjobb példa a chips.



4. ábra Reaktív extruder működési elve

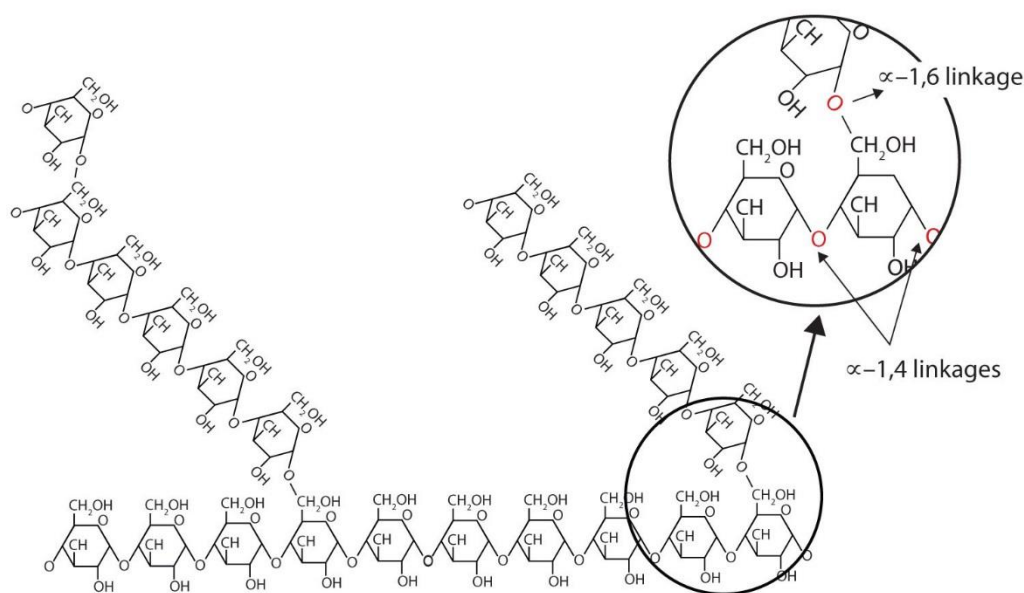
A modern reaktive extruderek csigák hossz tengely mentén különböző szekciókra/blokkokra vannak osztva és ezen szekcióban különböző áramlasképek alakulnak ki. Az egyes részek különböző hőmérsékletűek lehetnek a fűtés-hűtés hatására.

Általánosan igaz hogy az extrudálás megindításához szükséges az extruder köpeny (ház) azaz a külső cső melegítése a későbbiek során viszont az anyagban fellépő súrlódás miatt ő keletkezik így gyakran nem melegíteni hanem éppen ellenkezőleg hűteni szükséges a köpenyt az extruder ek mechanikai kialakítása mellett tehát nagyon fontos azok folyamat szabályozása is aminek a hőmérséklet szabályozás csak az egyik eleme

— *Extrudálás során létrejött változások*

Az extrudálás során nem kizárólag mechanikai átalakulások zajlanak le, azaz nem egyszerűen csak össze préseljük az anyagot és egy adott formán kinyomjuk, hanem nagyon komoly szerkezet átalakulások is bekövetkeznek. Úgy is lehetne fogalmazni, hogy éppen ez az extrudálás legnagyobb előnye, hogy gyakorlatilag egy anyag szerkezete lehet létrehozni.

Ezt egy egyszerű példával is szemléltetjük. Vegyük a gabonapelyhek szerkezet átalakulását az extrudálás során. Ismert, hogy a gabonafélék jelentős részben szénhidrátokból, ezen belül is összetett szénhidrátokból vagyis keményítőből állnak. Az egyszerű szénhidrát tartalmuk alacsony vagy elhanyagolható. Ha megkóstolunk egy natúr gabona szemet, az ízét leginkább semlegesnek érezhetjük. Édesnek semmiképpen sem. Ezzel szemben ha megkóstolunk egy – egyébként ízesítetlen -, extrudált készült gabonapelyhet, akkor azt fogjuk tapasztalni hogy az íze édeskés. Vajon mi történt? Nem az amire elsősorban gondolnánk, hogy a szánkban megkezdődött a szénhidrátok emésztése. Természetesen ez is igaz, de a legmarkánsabb ok az extrudálás során bekövetkezett kémiai átalakulásban keresendő. Az történt, hogy a hosszú keményítő lánc, ami tulajdonképpen glükóz (egyszerű cukor) egységekből áll, a nagy mechanikai erő hatására töredezik. Hasonló reakció játszódik le, mint amikor gyenge savak a dextróz polimer keményítőt disszociálják és az rövidebb láncú omni-szacharidokra (dextrinek) és monoszacharid egységekre (szőlőcukor) esik (5. ábra).



5. ábra A keményítő kémiai szerkezete - amilóz és amilopektin (forrás: <https://chem.libretexts.org>)

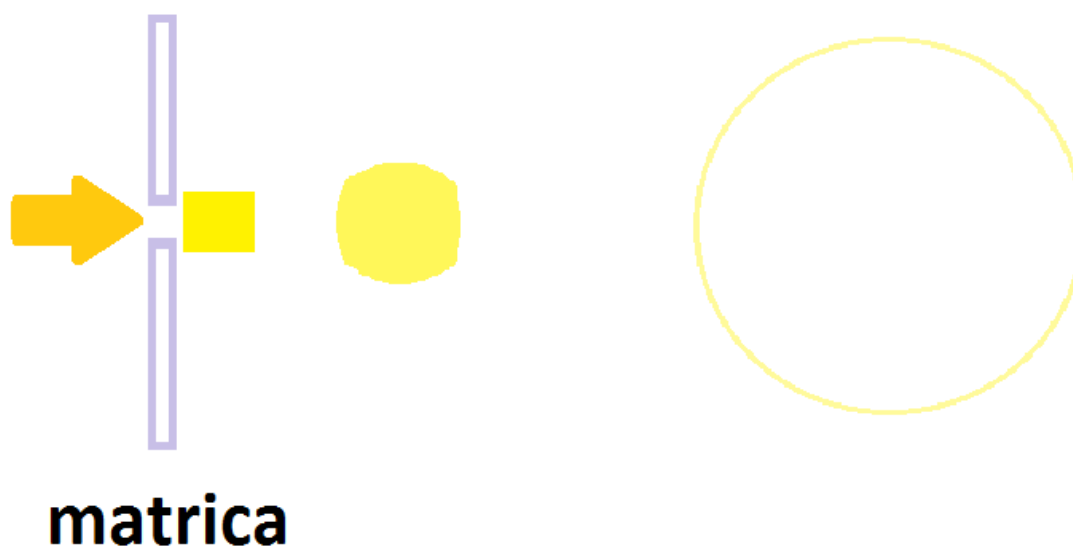
A hasznos átalakulásoknak természetesen itt nincs vége, hiszen nem kizárólag a keményítő átalakulásáról beszélünk, hanem számtalan egyéb átalakulási folyamat is végbemegy.

A fehérjék denaturálódása nem feltétlen hasznos, de lehet előnyös is. Az extrudálás hajnalán, a korai nyolcvanas években Magyarországon is alkalmazták például hüvelyesek (szója, borsó, lóban) antinutritív (emésztést gátló) anyagainak a csökkentésére, inaktiválására.

Külön is meg kell említeni, hogy az extrudálás során a szénhidrátok és fehérjék jellegzetes rakáció típusa, a Maillard reakció is bekövetkezhethet, sőt a fehérjék szerkezeti átalakítására is alkalmazzák a modern extruder típusokat, főként növényi fehérjék emészthetőségének javítása érdekében.

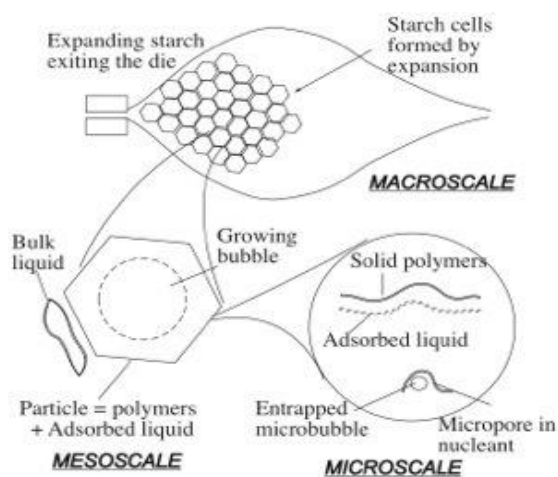
A kémiai átalakulások mellett több látványos **fizikai mechanikai átalakulás** is végbemegy. Az egyik ilyen a extrudálás előtti nedvességtartalom jelentős mértékű csökkenése. Az extrudálás hidrotermikus műveletek közé tartozik (gabonapelyhesítéssel és a puffasztással együtt), vagyis a hőmérséklet, a nedvesség tartalom (valamint a nyomás) jelentős szerepet kap. A víztartalom egy része a megnövekedett felület miatt távozik a termékből. A hirtelen, pillanatszerűen fellépő nyomáscsökkenés amiatt következik be, mert a csiga a matricáig folyamatosan préseli össze az anyagot, a benne uralkodó nyomás jelentősen megnő. A 200-400 bar nyomás nem ritka az extruderekben. A kilépő anyag a matrica nyílását elhagyva a környezeti nyomással találkozik, így nagyon rövid idő alatt nagy nyomáskülönbség áll elő. A kémiai átalakulások jelentős része

is ebben a kritikus pillanatban következik be. A termékben található víz gőzzé válik és elillan. A robbanásszerű térfogat tágulás más néven expanszió azt is eredményezi, hogy a víz az útjában lévő makromolekulákat például az előbb említett keményítő láncot megváltoztatja. Természetesen a hirtelen fellépő nyomás csökkenés, a Boyle–Mariotte-törvény szerint térfogat növekedést okoz és az a leglátványosabb része az extrudálásnak (6. ábra).



6. ábra A matricát elhagyó extrudátum expansziója (forrás saját szerkesztés)

Azonban a makroszintű változás mellett a térfogat növekedés mezo és mikroszinten is nyomomonkövethető, mint azt a 7. ábra is jól szemlélteti.

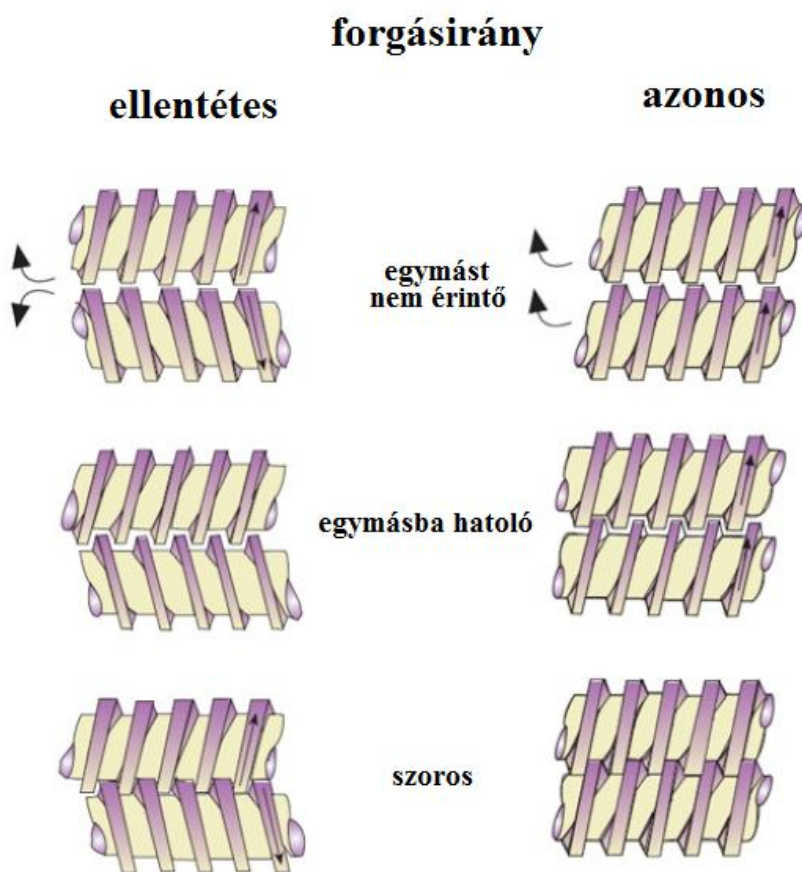


7. ábra A keményítőszemcsék térfogat növekedés az extrudálás során – modell (forrás Takhar, 2018)

— *Reaktív extruderek működési sajátosságai*

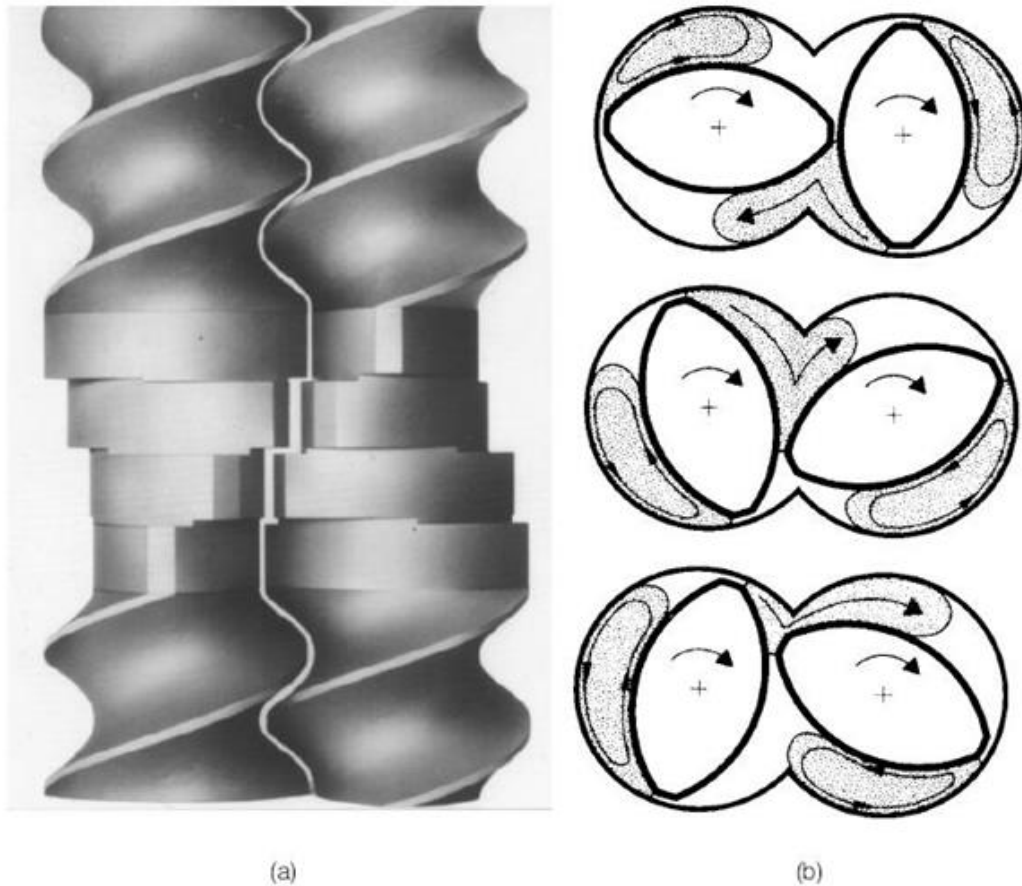
Visszatérve a folyamat részleteihez, ne feledkezzünk meg arról a kevésbé látható, viszont fontos részről, ami az extruder belsejében található. Ahogy már korábban szó esett róla a modern extruderek jellemzően két csigával rendelkeznek ezek a csigák azonos irányba (jobb vagy bal), illetve nem azonos irányba forognak. A két csiga a nagy nyomás miatt nem szembe, hanem ellenkező irányba forog. A menetemelkedésük lehet azonos vagy különböző, így már több verzió áll elő, ahogy a következő ábrán (8. ábra) is látszik.

A csigalevelek egymásba hatolhatnak, vagy szorosan állhatnak, illetve lehetséges, hogy egymást nem érintik. Itt meg kell azonban állni egy pillantra, hiszen a csigalevelek valóságban soha nem érintkezhetnek, mivel akkora mértékű súrlódás és kopás keletkezne, ami azonnali géptörést eredményezne. Tehát a csigák egymásba nem akarnak meg!



8. ábra Kétcsigás extruder forgási irány és csigalevelek elhelyezkedése alapján való lehetőségek

Az extrudereknél a csiga a hossz tengely mentén különböző kialakítású. Adott esetben egy keverőszakaszt is tartalmazhat. A kétcsigás kialakításnál ez az alábbi ábrán látható módon valósul meg (9. ábra).



9. ábra A kétcsigás extrude csigakialakítása intenzív keverőmunka esetén (Werner Pfeiderer)

Ugyanakkor a csigák külön-külön a garat felől a matrica felé szállítják az anyagot, valamint a csigában létrejövő mozgás hatására jelentős mértékű keveredés, vagyis homogenizálás is létrejön.

Összefoglalva tehát a reaktív vagyis szerkezet kialakító extruderek úgy működnek, hogy a garatba be adagoljuk az extrudálandó anyagot. Ezek általában gabonafélék, de legalábbis jellemzően magas szénhidrát tartalmú anyagok. Az extrudálás megkezdése előtt az anyagot megfelelő módon kondicionálni kell, ami azt jelenti, hogy a gabonaőrleményhez megfelelő mennyiségű vizet adagolunk és azt elkeverjük. A vizet hozzáadhatjuk folyékony és gőz formában, ez utóbbi esetben már az extrudálás előtt megkezdődik a hőkezelési folyamat.

Az extruder csiga vagy csigák egy zárt csőben (ház) forognak. A csigák fordulatszáma jellemzően 200-800 fordulat percenként. A ház belsejében a csiga(k) továbbítják az anyagot, mindeközben a csőben a nyomás megnövekszik. A kondicionálás során hozzáadott víz nyomása ezzel arányosan szintén nő. Gyakorlatilag az extruder cső belsejében folyamatosan

növekvő értéket jelent, egészen amíg el nem éri a maximális nyomást, amiről már szó volt, hogy 200-400 bar értéket is jelenthet.

A nagynyomású anyag az extruder végén található matricán keresztül kiáramlik a külső térbe, ahol környezeti nyomás (1 bar) uralkodik. Ebben a pillanatban - amikor az anyag a matricát elhagyta - a nyomás a hirtelen lecsökken, ezzel együtt a térfogata megnövekszik. Az anyagban található nedvesség vízgőz formában eltávozik, adott esetben annak kémiai szerkezetét is megváltoztatva.

Az extrudátum alakja a matrica nyílásához igazodik, a legegyszerűbb forma kör alakú lyuk, ebben az esetben az extrudált termék a vágáshossztól függően gömb vagy különböző hosszúságú henger lesz. De szinte bármilyen alak elképzelhető, ahogy az alábbi ábrán is látható.

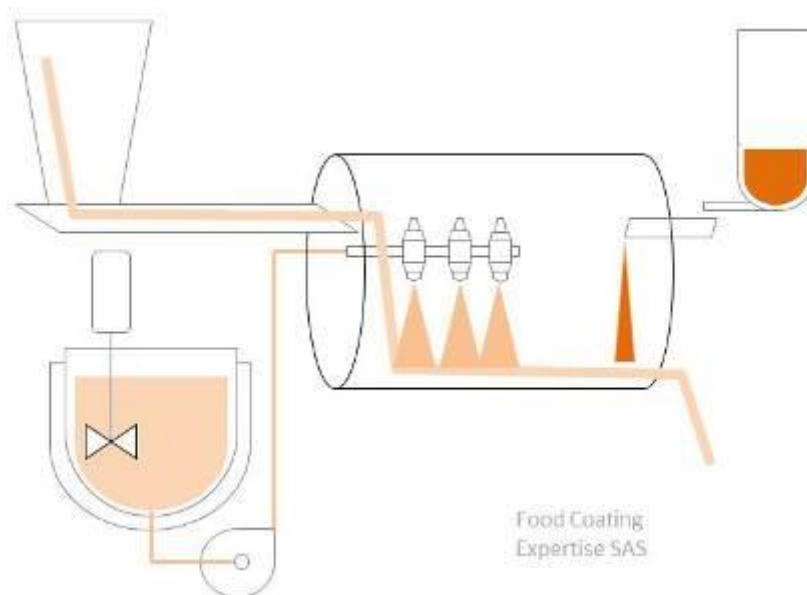


10. ábra Különböző alakú extrudált gabonatermékek (forrás: www.clextral.com)

— *Extrudált termékek ízesítése*

A forma kialakulása a hűtéssel ér véget, ezután az extrudátum már nem plasztikus testként alakítható, hanem rideg, törékeny lesz. A végső lépés a termék ízesítése, ami jellemzően felületi ízesítést és esetleg színezést jelent. Elviekben a lehetőség lenne, hogy az ízesítő anyagot már a kondicionálás során hozzáadjuk az őrleményhez. Azonban éppen az extrudálás során bekövetkező változások miatt nem ezt az utat szokás választani, hanem az említett utólagos felületi ízesítést részesítik előnyben. Maga az ízesítés a kíméletes megmunkálást biztosító dobokban történik, figyelembe véve hogy a lehűlt termék törékeny.

Az ízesítő dob belsejében a termék folyamatosan keveredik, egymáshoz dörzsölődik, ütközik. Az ízesítő anyagokat az esetek nagyobb részében folyadék (oldat) formájában juttatják a termék felületére. Az egyenletes eloszlás miatt egy vagy több porlasztófejet alakítanak ki a dobon belül.



11. ábra Különböző alakú extrudált gabonatermékek (forrás: www.food-coating.com)

Az ízesítést követően a termék nedvességtartalma ismét megnövekszik, amelyet egy végső szárítással állítanak be az eltarthatósági nedvességtartalom mértékére, ezután a termék csomagolható. Az extrudált termékek csomagolása – a termék higroszkópikus jellegére tekintettel – jó vízgőz záróképességű anyagba történik.

— **Ellenőrző kérdések**

1. Mi a különbség a reaktív és a formázó extrudálás között ?
2. Milyen anyagok megmunkálására alkalmas elsősorban a reaktív extruder ?
3. Mi a reaktív extruder működési elve ?
4. Hogyan történik az extrudált termékek ízesítése ?
5. Milyen forgásirányok lehetnek a kétcsigás extrudereknél ?

— KAKAÓVAJ ÉS KAKAÓVAJ ALTERNATÍVÁK

— Kakaóvaj, kakaóvaj analógok és temperálásuk

Összességében háromféle, részben eltérő növényi eredetű zsiradékot alkalmaznak az iparban, ezek a következők.

1. típus: kakaóvaj
2. típus: a kakaóvaj-utánzatok
3. típus: az un. krémzsírok

Az 1. és 2. típus sok tekintetben hasonló, a 3. típus alapvetően eltér ez előző két típustól.

A kakaóvaj a cukorral (szacharóz) együtt az édesipar egyik legfontosabb alapanyaga. Gyakorlatilag a csokoládé termékek gyártása kakaóvaj nélkül elképzelhetetlen.

— *Kakaóvaj*

A kakaóbabból különféle módon /préselés, extrahálás/ elválasztott zsíryanag a kakaóvaj. Szilárd állapotban fehér-világossárga színű, megolvasztva sárga. Színe olvadt állapotban nem lehet sötétebb, mint a 0,2 %-os káliumbikromát oldat színe. Íze, szaga jellegzetesen aromás, kellemes. Állománya szobahőmérsékleten szilárd, törékeny, amelyet ha óvatosan, lényeges felmelegedés nélkül szétdörzsölik, nem kenhető, poranyag képződik, amely nyomásra újra összetapad.

A megfelelően irányított és végrehajtott technológiai műveletekkel gyártott kakaóvaj színe világossárga, a stabil módosulatnak megfelelően tömegében homogén (nincs kristály-átalakulás), és olvadási tulajdonságai kedvezőek (egynemű kristályok).

Szilárd halmazállapotában a törésfelülete kagylós, ahogy az a jó csokoládékra is jellemző (1. ábra)



1. ábra A kakaóvaj szilárd halmazállapotban

A kakaóvaj kémiai trigliceridek keveréke, valamint kis mennyiségben tartalmaz élettanilag fontos zsírolldható vitaminokat és egyéb biológiai hatóanyagokat is. A kakaóvaj százalékos összetétele a következő:

1. táblázat: A kakaóvaj összetétele

komponensek	összetétel (%)
gliceridek	97-99
szabad zsírsavak *	0,5-2,0
el nem szappanosítható rész	0,2-0,5
víz	0,01-0,03
hamu	0,006-0,02
purinok **	0,005-0,03
* - olajsavra átszámítva	
** - jórészt koffein	

Összességében a zsírsavak közül tíznél több is megtalálható a kakaóvajban, de nem egyenlő arányban. A legjelentősebb a palmitinsav (P) és a sztearinsav (S) a telített zsírsavak közül és az olajsav (O) a telítetlenek közül. A részletek az alábbiakban látható (2. táblázat).

2. táblázat: A kakaóvaj zsírsav tartalmának változása eredet szerint (Lechter, 2018)

	Nyugat- afrika	Dél-Amerika			Ázsia	
zsírsav	Elefáncsont part	Equador	Brazil (Bahia)	Kolumbia	Malajzia	átlag
Mirisztil C14:0	0,12	0,08	0,1	0,095	0,105	0,1
Palmitin C16:0	25,9	28,01	26,95	27,11	25,09	26,61
Palmitolein	0,29	0,31	0,3	0,28	0,26	0,29
Sztearin C18:0	36,19	32,61	34,4	33,5	36,68	34,68
Olaj C18:1	31,97	33,07	32,52	33,19	32,4	32,63
Linol C18:2	2,92	3,48	3,2	3,26	1,73	2,92
Linolén C18:3n3	0,21	0,24	0,22	0,23	0,22	0,22
Arachin C20:0	1,16	0,98	1,07	1,09	1,25	1,11
Gadoleic C20:1	0,06	0,06	0,06	0,06	0,07	0,06
Behén C22:0	0,22	0,19	0,2	0,22	0,23	0,21
Lignocerin	0,13	0,13	0,13	0,12	0,15	0,13

A trigliceridek fajtája kihat a kakaóvaj fizikai viselkedésére, tulajdonságára. Kedvező olvadási tulajdonságait azoknak a triglicerideknek a nagy mennyisége biztosítja, amelyeknél a középső zsírsavcsoport a telítetlen.

Ha a fenti adatok mögé tekintünk, néhány finom részlet rajzolódik ki a kakaóvaj trigliceridjeinek és a kakaóvaj eredetének kapcsolatáról (3. táblázat)

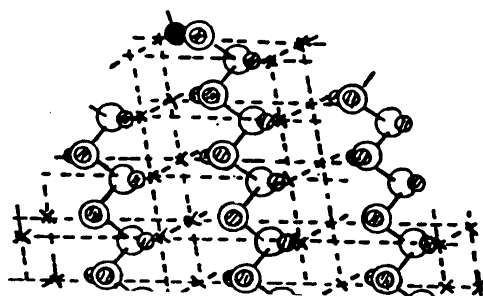
Bár az adatokat külön nem emeltük ki, de a táblázatból is látszik, hogy az esetek nagy többségénél (majdnem 89 %) az olajsav (O) a trigliceriden belül középső helyzetben xOx található.

3. táblázat: Trigliceridek és összetételük (Lechter, 2018)

	Nyugat-afrika	Dél-Amerika			Ázsia	átlag
TAG*	Elefáncsont part	Equador	Brazil (Bahia)	Kolumbia	Malajzia	
PPP	0,1	0,1	0,05	0,09	0,11	0,09
MOP	0,13	0,11	0,1	0,09	0,1	0,106
PPS	0,49	0,41	0,27	0,4	0,53	0,42
POP	14,51	17,08	13,52	15,94	13,7	14,95
PLP	1,77	2,64	2,26	2,18	1,62	2,094
PSS	0,79	0,53	0,45	0,55	0,82	0,628
POS	38,57	37,55	34,22	37,46	37,55	37,07
POO	1,56	3,01	4,93	2,82	1,87	2,838
PLS	4,08	4,74	4,48	4,27	3,66	4,246
PLO	0,38	0,49	0,81	0,61	0,28	0,514
SSS	0,44	0,24	0,23	0,28	0,47	0,332
SOS	28,43	23,17	24,14	24,85	29,28	25,974
SOO	2,38	3,87	7,02	3,87	2,93	4,014
SLS	2,47	2,41	2,39	2,34	2,38	2,398
OOO	0,18	0,37	0,66	0,29	0,27	0,354
SLO	0,32	0,54	1,02	0,51	0,26	0,53
SOA	3,4	2,46	2,72	3	3,78	3,072
AOO	0	0,28	0,73	0,45	0,39	0,37

TAG: triacylglycerol, vagyis triglicerid

A trigliceridek a szilárdulásuk során különböző kristályformákba rendeződnek, mint az a 2. ábrán látható.



2. ábra: A zsírsavak kristályszerkezete

A kakaóvaj minőségéről fizikai és kémiai mutatószámok adnak tájékoztatást. Ezek kifogástalan minőségű kakaóvaj esetén a következők:

4. táblázat: A kakaóvaj minőségi jellemzői

Zavarodási pont	32,8 - 35,0 °C
Kitisztulási pont	31,8 - 35,5 °C
Dermedési pont	30,0 - 31,5 °C
Savfok	1,6 - 6,0
Savszám	0,9 - 3,4
Elszappanosítási szám	192 - 197
Jódszám	33,5 - 38,0
Peroxidszám	2

A gyártási és tárolási paraméterek pontos betartása esetén a kakaóvaj több éven át minőségromlás nélkül raktározható. Fénytől védett helyen rendkívül nagy az ellenállása avasodással szemben, ami a speciális zsírsavösszetételnek és az el nem szappanosítható részben levő antioxidánsnak (0,008 % tokoferol) tulajdonítható.

A kakaóvaj képezi a csokoládémasszák egybefüggő diszperziós közegét és a csokoládémasszák ún. temperálási műveleténél a kakaóvaj a legkevésbé instabil V.-béta-kristálmódosulatát kell létrehozni, majd a „táblázásnál” a csokoládémassza kakaóvaj-hányada (kb. 30-38 tömeg%) ebben a kristály-módosulatban kell, hogy kristályosodjék. Az V.-béta-módosulat optimális esetben igen lassan alakul át a ténylegesen stabil VI.-béta-módosulattá.

A technológiailag alkalmas – legkevésbé instabil – módosulat tehát az V.-béta –módosulat, amelynek kialakítása tehát a következők miatt szükséges:

- az instabil kristályformák lassan alakulnak át V-béta-módosulattá, közben hő szabadul fel, amely megolvasztja a kakaóvaj bizonyos mennyiségét és ez az olvadt kakaóvaj a csokoládétáblák felületére diffundálva megdermed és szürke bevonatot képez; ezt a folyamatot **kakaóvaj-szürkülésnek** hívják;

- a jól temperált csokoládé szilárdsági tulajdonságai kedvezőbbek, kagylós törési felületet ad,
- az V-béta-módosulat kontrakciója /zsugorodása/ a legnagyobb, így a fémformákból könnyebben kivehető a jól temperált csokoládé, mint a rosszul temperáltak; a zsugorodás mértéke mintegy 7%.

A kakaóvaj térfogatcsökkenése a kristályosodás folyamán (lehűlés 30 °C -ról 10 °C-ra):

5. táblázat: A kakaóvaj kristálymódosulatainak zsugorodása-kontrakciója

α - módosulat /instabil/	7,0 %
β' (β_{IV}) - módosulat /instabil/	8,3 %
β (β_V) - módosulat	9,6 %

— **Kakaóvaj analóg zsírok (kakaóvaj utánszerek)**

Hangsúlyozni szükséges, hogy a kakaóvaj utánszerek nem azonosak a kakaóvaj hamisítással, mindaddig, amíg azok a termék (csokoládé) címkéjén feltüntetésre kerülnek.

Azonban, ha csokoládéként olyan élelmiszert hoznak forgalomba, amely nem kizárólag kakaóvajból készül (ide nem érve a felhasználható maximum 5 % ún CBE zsírokat), akkor hamisításról beszélünk.

A kakaóvaj-utánszereknél a megfelelő konzisztencia eléréséhez arra van szükség, hogy az olajsav bizonyos hányada a glicerín közepső alkoholos hidroxiljával alkosson észtert. Ezt technikailag frakcionált kristályosítással, majd átészterezéssel valósítják meg. A kristályosítással biztosítják a kívánt bruttó zsírsavösszetételt, az átészterezéssel pedig a zsírsavak megfelelő elhelyezkedését a glicerín-molekulán belül.

A kakaóvaj utánszerek, vagy más néven analógok két fő részre oszthatók.

Ismeretesek a kakaóvaj egyenértékű (cocoa butter equivalents: CBE), és kakaóvaj javító (cocoa butter improvers: CBI) zsírok.

Valamint beszélhetünk kakaóvaj pótló zsírokról (cocoa butter substitutes: CBS), amelyek laurinsavat tartalmaznak és kakaóvaj helyettesítő zsírokról (cocoa butter replacers: CBR), amelyek viszont nem tartalmaznak laurinsavat.

— *CBE és CBI zsírok*

A CBE és CBI zsírok max. 5%-ban adagolhatók a csokoládékhoz, jellemzően a vilár számos országában, így az EU-belül is. Érdekesség kedvéért jegyezzük meg, hogy például az Egyesült Államokban nem engedélyezett a kakaóvajon kívül más növényi zsír használata csokoládé termékek gyártásához.

Főként a CBI zsíroknál a termék bizonyos tulajdonságainak javítása a cél. A CBE és CBI zsírok alkalmazása bizonyos esetekben indokolt, bár eredetileg a relatív olcsóbb árak miatt kezdték használni a kakaóvajjal teljesen azonos (ekvivalens) zsírokat. A CBI zsíresetében a szilárdzsír-tartalom (SFC) azonos hőmérsékleten magasabb, mint a kakaóvajé, így a kakaóvajhoz adagolva megnövelhető a termékek hőstabilitása. Ezen tulajdonság javulás a magas tejszír tartalmú tejszokoládénál lehet előnyös, különösen trópusi országokban. Töltött termékeknél (pl. praliné) a CBI zsírok csökkenthetik a töltelék migrációját a termék felszínére.

— *CBR és CBS zsírok*

A CBS (például: pálmamagolaj) és CBR (gyapotolaj, pálmaolaj, szójaolaj) zsírokat bevonókhöz lehet felhasználni. Ezen zsírok nem igényelnek temperálást, valamint fényük és zsugorodásuk is kiváló. Megjegyzendő viszont a kakaóvajjal való inkompatibilitásuk, főként a CBS zsírok esetében.

Ezeket a zsírokat tehát olyan termékek esetében használják, amelyek a csokoládéra hasonlítanak. A nevük alapján mártómasszának (angolul compound coating) nevezik, de valóban táblás, üreges és akár töltött termékekhez is használhatók. A mártott termékekhez pedig kifejezetten kedveltek.

A kakaóvaj-utánzatok, amelyeket a táblás, csokoládészerű nugátoknál használunk fel - ezeket a tulajdonságokat megkísérlik utánozni, vagyis

- kb. 30 ° C alatti hőmérsékleten szilárd konzisztencia,

- de 36 ° C-on már teljesen meg kell olvadnia a kakaóvaj-utánzatnak is,
- a kagylós törés, amely a kakaóvaj egészen jellegzetes tulajdonsága és amely ezért a csokoládé készítményekre is jellemző,
- kémiai ellenálló-képesség avasodással és szappanosodással szemben, meg kell azonban jegyezni, hogy a kakaóvaj igen kiváló kémiai ellenálló-képessége nem kizárólag tokoferol-tartalmának következménye, hanem annak is, hogy a kakaóvaj C₁₂-nél rövidebb szénláncú zsírsavakat gyakorlatilag nem tartalmaz. Vagyis például laurinsavat a kakaóvaj nem tartalmazhat.

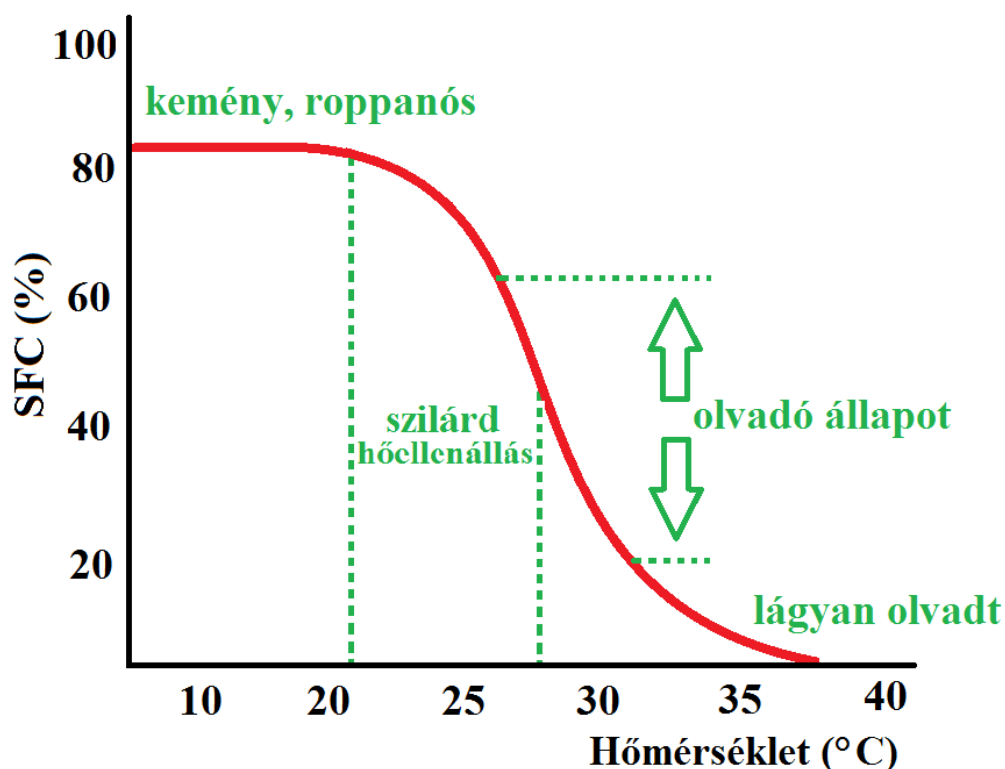
A CBR zsírok a gyártásuk során akár 50 %-ot is elérő ún. transz-zsírsavakat tartalmazhatnak, amely az újabb EU rendeletek szerint nem biztonságos, így a felhasználásuk tiltott.

A laurilsavat tartalmazó CBS zsírok közvetlenül β 'polimorf formában kristályosodnak, amely hosszabb ideig (legfeljebb egy évig) megőrzi a stabilitását, ideális körülmények között. Bár a pálmamagolaj végső soron a stabilabb β polimorf formává alakul át, de ez nem rontja a minőséget.

— *Szilárd zsír arány jellegzetességei – SFC görbe*

A zsiradékokat ismert módon a halmazállapotuk szerint nevesítjük, a szobahőmérsékleten folyékony zsiradékokat olajnak, a szilárdakat pedig zsíroknak nevezzük. Kémiai szerkezetük szerint mindkét anyagok zsírnak tekintjük. A zsiradékokban a zsírsavak szabad vagy glicerinhoz kötött formában, ún. trigliceridként fordulnak elő. A kakaóvajban a szabad zsírsav aránya meglehetősen alacsony, mindössze 2-3 %.

A zsiradékokat jellemezhetjük a kémiai szerkezetük vagy azok mennyiségi összetételével és mérhetjük a fizikai jellemzőiket. Ennek egyik módja, az ún SFC (Solid Fat Content) görbe, amely a kakaóvaj esetében egészen sajátos képet mutat (3. ábra). Az SFC görbe egyebek mellett alkalmas a csokoládéban jelenlévő, nem kakaóvaj eredetű zsírok kimutatására is, legalábbis a durvább hamisítások jól megmutatkoznak. Lássuk miért sajátos a kakaóvaj SFC görbéjének a lefutása.



3. ábra A kakaóvaj SFC görbéje és a csokoládé szerkeze összefüggése

Mindenek előtt a csokoládé (és a kakaóvaj) az emelkedő hőmérséklet hatására sokáig nem veszti el a szilárd halmazállapotát, vagyis a benne található szilárd zsíradék arány csökken ugyan, de nem akkora mértékben, hogy az olvadás megtörténjen. Továbbá, ha bekövetkezik az olvadás kezdete (ezt a zsíroknál a csúszáspont mutatja meg), akkor viszont relatív gyorsan bekövetkezik a teljes olvadás és a selymes, lágy csokoládé teljesen olvadt állapotba kerül.

Ha összehasonlítjuk ezt a karakterisztikát más növényi vagy állati zsírokkal, a leggyakrabban azt tapasztaljuk, hogy a hőmérséklet növelésével a szilárd zsír fázis mennyisége arányosan csökken, ha nem is lineáris a változás, de ahhoz közeli.

A kakaóvaj igen jellegzetes konzisztencia tulajdonságokkal rendelkezik, amelyek alkalmassá teszik a táblás csokoládégyártáshoz való felhasználásra. Kb. 30 °C-ig a kakaóvajban a szilárd-folyékony fázis arányban a szilárd dominál, majd 30 °C és 36 °C között a szilárd fázis felolvad és az emberi test hőmérsékletén már nem találunk szilárd részt. A kb. 30 °C alatti hőmérsékleten megmutatkozó szilárdság technológiai és tárolási szempontból nagyon fontos tulajdonság, az emésztés szempontjából viszont a 36 °C-on való teljes felolvadás az előnyös.

— *A kakaóvaj polimorfizmusa*

A zsírok egyik fontos fizikai tulajdonsága az olvadáspont, ahogy már korábban is szó esett róla. Az olvadáspont a kakaóvaj esetében nem egyértelműen megnyilvánuló paraméter, mint például a víz forráspontja tengerszinten mérve, ami ismertén 100 °C. Az olvadáspont különböző kristályformáknál más és más érték, ahogy az alábbi táblázatban is látjuk.

A különböző kristálymódosulatok leírására eltérő nevezéktan ismeretes. A görök betűkkel történő leírás Larssen nevéhez fűződik. A jelenkori elnevezéseket Wille és Lutton írta le, Larssennel egyidőben. A különböző formációkból alakult ki a ma már általánosan használt nevezéktan. E szerint öt kristálymódosulatot lehet megkülönböztetni, amelyek közül jelenlegi ismereteink szerint az ún. béta VI (β_{VI}) a legstabilabb, amely a béta (más néven béta V) formátumból keletkezik nyírás hatására.

6. táblázat A kakaóvaj különböző kristály módosulatainak olvadáspontja néhány szerző munkája alapján

Vaeck	Duck	Willie és Lutton	Huyghorbaert és Hendrickx	Lovegren et al.	Davis és Dimick
18,0 ($\square$)	17,0 ($\square$)	17,3 (I)	14,9-16,1 (I)	13,0 (VI)	13,1 (I)
23,5 ($\square$)	21-24 ($\square$)	23,3 (II)	17,0-23,2 (II)	20,0 (V)	17,1 (II)
28,0 (β'')	28,0 (β'')	25,5 (III)	22,8-27,1 (III)	23,0 (IV)	22,4 (III)
-	33,0 (β')	27,3 (IV)	25,1-27,4 (IV)	25,0 (III)	26,4 (IV)
34,5 (β)	34,4 (β)	33,8 (V)	31,3-33,2 (V)	30,0 (II)	30,7 (V)
		36,3 (VI)	33,8-36,0 (VI)	33,5 (I)	33,80 (VI)

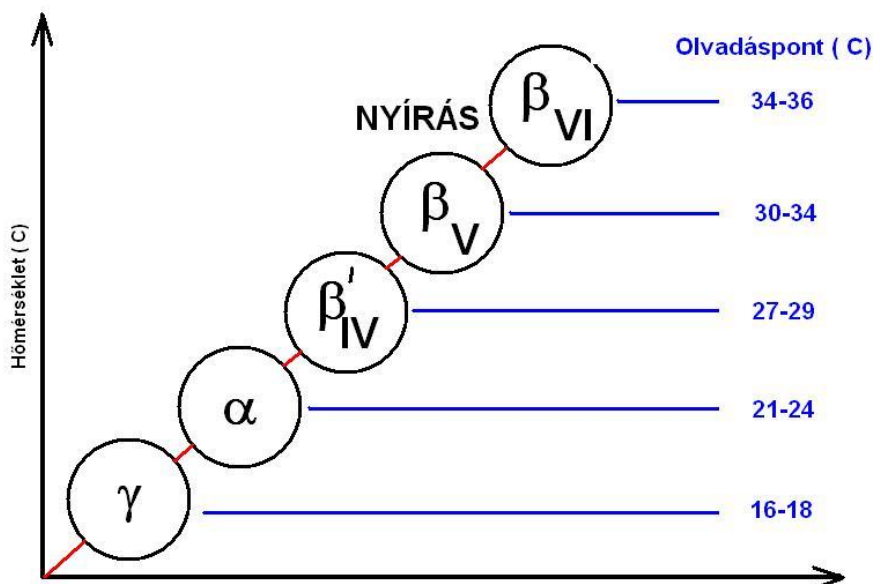
De mit jelent a különböző kristályforma a kakaóvaj esetében?

Az a jelenség, amikor valamely kémiai anyag szilárd halmazállapotban több, belső szerkezetben és fizikai tulajdonságokban egymástól különböző módosulatot képez, polimorfíának nevezik.

A jelenségre jellemző, hogy az egyes módosulatok csak meghatározott hőmérsékleti intervallumban állandók. Abban az esetben, ha az átmenet az egyik módosulatból a másikba megfordítható jelenség, enantrópiáról, ha nem fordítható meg, monotrópiáról beszélünk. A

kakaóvaj polimorfája monotróp: egymástól jól megkülönböztethető öt kristály módosulata ismeretes.

- Az γ módosulat a kakaóvaj gyors lehűtésekor keletkezik; olvadáspont 18 °C;
- az α - módosulat a γ - módosulatból jön létre, ha az erősen túlhűtött kakaóvaját hirtelen felmelegítik; stabilitása kicsi, olvadáspont 23 °C
- β'_{IV} - módosulat közvetlenül elő lehet állítani, ha a megolvasztott kakaóvaját 24-24 °C hőmérsékleten kristályosítják; olvadáspont 28 °C; 28°C-on 30 nap alatt stabil
- β_V - módosulattá alakul, a stabil β_V - módosulat keletkezik az instabil β' - módosulatból nagyon lassú átalakulással, de keletkezik közvetlenül is (erre példa a temperálás művelete); a β - módosulat már 20 °C-on lágyulni kezd, gyakorlatilag teljesen megolvad 25 °C-on.
- A β_V módosulat optimális raktározási feltételek mellett több hónap után alakul át β_{VI} stabil módosulattá, olvadáspont 34-36 °C.



4. ábra: A kakaóvaj kristály-módosulatainak kialakulása

A fenti (4. ábra) ábra a kakaóvaj kristály-módosulatainak eloszlási zónáit mutatja. Látható, hogy általában két-két módosulat van egyszerre jelen a kakaóvajnál, de 15-17 °C között egyszerre három van jelen. A δ -, α - és a β' - módosulat, továbbá 20-23 °C között egyszerre van jelen az α -, β' - és β - módosulat, míg 28 °C felett már csak a stabil β - módosulat létezik.

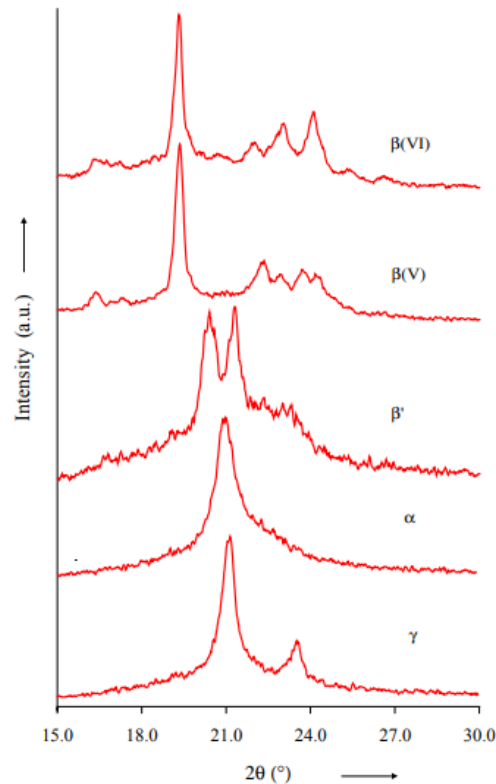
A termodinamika szerint két módosulat csak akkor lehet egymással egyensúlyban, ha közös energiaalapra vonatkoztatott állapotösszegük egyenlő egymással. Ez a feltétel egyenlő a szabad entalpiák, illetve szabad energiák egyenlőségével. (Kristályoknál közönséges nyomáson e kettő gyakorlatilag azonos.)

A módosulatok a rácselemek átrendeződésével alakulnak át egymásba, ez az átrendeződés pedig a rácselemek megfelelő mozgékonyágát tételezi fel. A mozgékonyág erősen korlátozott, viszont a hőmérséklet emelkedésével rohamosan nő. Így érthetővé válik, hogy a módosulatok átalakulása egymásba általában lassan végbemenő folyamat, mégpedig annál lassabban megy végbe, minél alacsonyabb a hőmérséklet. Ez a magyarázata annak, hogy adott hőmérsékleten instabil módosulat gyakran hosszú időn keresztül is megmarad anélkül, hogy átalakulna stabil módosulattá.

Általános szabályként mondható ki, hogy ha fennáll több módosulat lehetősége, akkor sohasem keletkezik azonnal a legkisebb a szabad-entalpiájú forma, hiszen az önkéntes szabad-entalpia csökkenés mindig fokozatokban, lépcsőkben megy végbe. Ez a **Gay-Lussac-Oswald** - féle lépcsőszabály. Ez azonban nem szigorú törvény.

A magasabb olvadáspontú, stabil kristály-módosulat késleltetett kialakulásának okát összefoglalóan abban kell keresnünk, hogy a stabilabb módosulat képződéséhez az aktiválási energia nagyobb.

A kakaóvaj szerkezetének és kristály-módosulatainak vizsgálata során Schenk és Perskar (2004) röntgen-por diffrakció elvén működő berendezést (XRPD) használva jól elkülöníthető görbéket kaptak.



5. ábra: A kakaóvaj kristály-módosulatok röntgen diffrakciós képe (Schenk és Persker, 2004)

— A csokoládétermék előállítási folyamatának műveletei – a temperálás

A csokoládé termék gyártása minden esetben az elkészített csokoládémasszából indul ki. Ez lehet folyékony vagy szilárd halmazállapotú, attól függően, hogy a gyártás hol történik, mekkora a kapacitás és egy sor egyéb kérdés befolyásolja.

A termékgyártás során a műveletek a következők:

- a csokoládémassza tárolása
- a csokoládémassza temperálása (az irányított kristályosítás kezdete)
- a temperált csokoládémassza adagolása (aprítási művelet)
- a kialakított forma megszilárdítása (a kristályosítás megvalósítása)
- a szilárd csokoládétermék és a fémforma szétválasztása

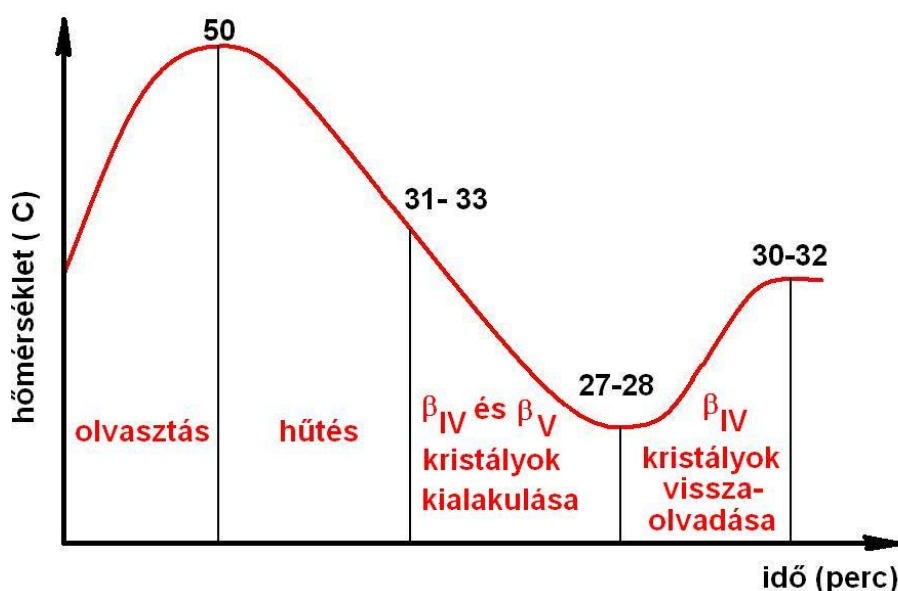
Ezt a folyamatot nevezik a csokoládéformázásnak.

A csokoládémassza temperálása

A csokoládémassza temperálása nem más, mint a csokoládéolvadék beoltása stabil (β_V) kakaóvajkristály-módosulattal abból a célból, hogy a formázási folyamat alatt a csokoládémassza teljes kakaóvaj-tartalma ebben a stabil módosulatban kristályosodjék ki.

A csokoládétemperálás tehát előkristályosítás, mely során a beoltó kristálygócokat magában a csokoládémasszában alakítják ki - ez a temperálás lényege.

A temperálást olyan feltételek között kell végezni, hogy a művelet első szakaszában sok stabil β_V - módosulatú kristálygóc keletkezzék. A csokoládémassza temperálása akkor tekinthető optimálisnak, ha zsiradékfázisa 3-5 % stabil módosulatú kristályt tartalmaz.



6. ábra: A csokoládé temperálás általános lefolyása

A temperálás gyakorlati megvalósítása a következőképpen megy végbe (6. ábra)

Első szakasz

A csokoládémasszát 40-45 °C-ról 32 °C -ra hűtik. Ilyenkor nagy mennyiségű instabil β_{IV} és jelentős mennyiségű stabil β_V módosulat keletkezik, valamint növekszik a kakaóvaj viszkozitása.

Második szakasz

A csokoládémasszát 32 °C -ról 28 °C -ra hűtik. Tovább szaporodnak a stabil β_V módosulatú kristályok, növekszik a kakaóvaj viszkozitása.

Harmadik szakasz

A csokoládémasszát 28 °C -ról 30-31 °C -ra melegítik. Ennek hatása kettős:

- jelenlevő instabil β_{IV} módosulatú kristályok megolvadnak, amelyek később átalakulnak stabil β_V kristályokká
- csökken a kakaóvaj viszkozitása, könnyebben végezhetők az ilyen csokoládémasszán a temperálást követő műveletek.

Meg kell azonban jegyeznünk, hogy a felsoroltaktól eltérő temperálási módszerek is ismeretesek. Nem mindenfajta csokoládéra alkalmazhatók a fenti hőmérsékleti értékek. Elsősorban a tejszokoládék temperálásakor módosulnak, mivel a tejszír alacsonyabb olvadáspontú, mint a kakaóvaj. Tulajdonképpen ezek a zsiradékok nem egyetlen olvadási ponttal rendelkeznek, hanem lágyulási hőmérséklet intervallummal.

Nem adhatók meg szigorú temperálási hőmérsékletértékek, a tejszokoládé leggyakoribb temperálási ciklusa azonban a következő:

- I. szakasz: 40-45 °C -ról lehűtés 32 °C -ra,
- II. szakasz: 32 °C -ról lehűtés 26-27 °C -ra,
- III. szakasz: 26-27 °C -ról felmelegítés 28-29 °C -ra.

Külön figyeljünk a temperálás egyik fontos mozzanatára, hogy a temperálást mindig tökéletesen megolvasztott csokoládémasszával kell kezdenünk.

Amennyiben nem folyamatos gyártás folyik, vagy a csokoládémassza-gyártás és a termék gyártás térben és/vagy időben elkülönül, úgy a temperálást megelőzően a csokoládét minimum 40 °C -ra fel kell melegítenünk, hiszen így biztosítható, hogy kristálygóc-mentes olvadékból indulunk ki.

— **Ellenőrző kérdések**

1. Melyek a legfontosabb zsírsavak, amelyek a kakaóvajban megtalálhatók?
2. Mekkora a kakaóvaj szabad zsírsav tartalma?
3. Mi jelent a polimorfizmus?
4. Melyek a kakaóvaj kristálmódosulatai?
5. Mit jelent a kakaóvaj ekvivalens zsiradék és mit a kakaóvaj pótló és helyettesítő zsiradék? Melyek ezek?

— **FELHASZNÁLT IRODALMAK**

- Csapó J., Csapóné K. Zs., (2003): *Élelmiszer-kémia*, Mezőgazda Kiadó, Budapest, 73.; 268-271.; 366-367.o.
- Gasztonyi Kálmán, Lásztity Radomir (1993): *Élelmiszer-kémia I.*, 124 p. 606-612 p.
- Gasztonyi Kálmán, Lásztity Radomir (1993) *Élelmiszer-kémia 2.*, 98-112 p. 391-401 p.
- Hartel, R., von Elbe, J., Hofberger, R. (2018): *Confectionery Science and Technology*. Springer, ISBN 978-3-319-61742-8 (eBook)
- <http://publish.illinois.edu/ptakhar/research/biopolymers-expansion/>
- <http://www.clextral.com/food-feed-2/food/breakfast-cereals/direct-expanded-breakfast-cereals/>
- http://www.food-coating.com/english/subjects/application/applicationDetail.asp?Id_Appli_list=9
- [https://chem.libretexts.org/Textbook_Maps/Organic_Chemistry/Map%3A_Organic_Chemistry_\(Smith\)/Chapter_05%3A_Stereochemistry/5.01_Starch_and_Cellulose](https://chem.libretexts.org/Textbook_Maps/Organic_Chemistry/Map%3A_Organic_Chemistry_(Smith)/Chapter_05%3A_Stereochemistry/5.01_Starch_and_Cellulose)
- Lugasi Andrea (2016) *Az intenzív édesítőszerek biztonságossága*, Orv. Hetil., 2016, 157(Suppl. 1.), 14–28.
- Malik V. S., Popkin B. M., Bray G. A., Després J-P., Hu F. B. (2010): *Sugar-Sweetened Beverages, Obesity, Type 2 Diabetes Mellitus, and Cardiovascular Disease Risk*, American Heart Association, Dallas
- Mitchell H. (2006) *Sweeteners and Sugar Alternatives in Food Technology*, Blackwell Publishing Ltd., Oxford, 65-95.; 103-143.o.; 151-169.; 249-260.; 342-346.o.
- Mitchell H. (2006) *Sweeteners and Sugar Alternatives in Food Technology*, 67.o.
- Sahin-Tóth Gy., Suhajda Jánosné, Fekete K.(2007): *Élelmiszerismeret I.*, Műszaki Kiadó, Budapest
- Touger-Decker R., van Loveren C. (2003): *Sugars and dental caries*, American Journal of Clinical Nutrition, Newark
- Vaeck, S.V. (1960): *Cocoa-butter and fat bloom*. *Manuf. Confect.* 40, 35–46, 71–74.
- Wille R.L. and Luttom E.S. (1966): *Polymorphism of cocoa butter*, J. Am. Oil. Chem. Soc., 43(8): 491–496