

KISÜZEMI VERTIKÁLIS SAJTPRÉS FEJLESZTÉSE

KÍGYÓSSY Zs.,* CSANÁDI J.** és PUSKÁS Zs.

*Műszaki és Informatika Tanszék

**Élelmiszerteknológia és Környezetgazdálkodási Tanszék

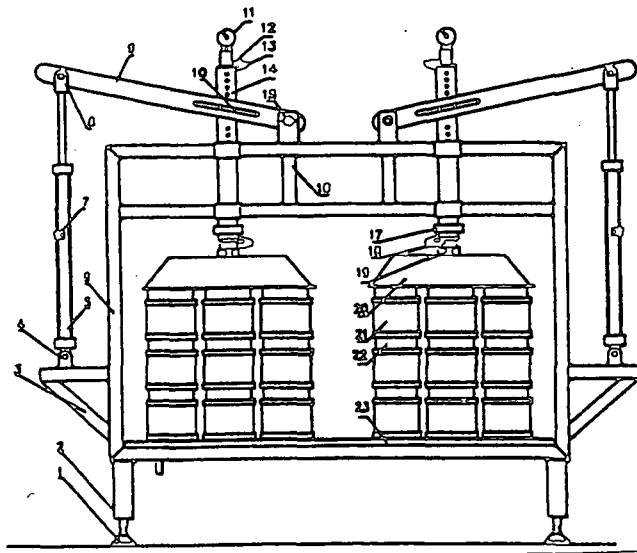
ÖSSZEFOGLALÓ

Jelen kísérleti munka végcélja egy önálló tejfeldolgozó (sajtüzem) létesítése egy olyan farmgazdaság számára, ahol naponta 3000 liter tehéntejet termelnek és azt fel is kívánják dolgozni. Mivel az üzem tervezett főterméke a sajt, ezért a sajtgyártás technológiáját és gépeit részletesebben tanulmányoztuk. Jelen cikkben a kísérleti sajt technológiája mellett közöljük az általunk tervezett egyedi kivitelű vertikális sajtprés fejlesztési munkáit. A feldolgozás során megvalósított termék juhsajtra emlékeztető félkemény sajt melynek formája is eltér az általánosan megszokott korong formától. Az üzem termelő-kapacitása kb. 300 kg sajt naponta.

1. A KÍSÉRLETI BERENDEZÉS (SAJTPRÉS) ÖSSZEÁLLÍTÁSA ÉS LEÍRÁSA

Az alapperet az asztallappal mindig vízszintesen helyezkedik el, ami a sajtok egyforma mérete és formája szempontjából nagyon lényeges. Az asztallap egyszerű acéllemez, melynek egyik felén savóleeresztőt helyeztünk el. Az alapperet hossz tengelyére terveztük a hídszerkezetet, amely szintén 40x40x2,5-es és 50x40x2,5-es négyszögszelvényből készül. Felerősítése hegesztéssel történik. A híd feladata a nyomórúd alátámasztása, valamint a nyomósár /14/ megvezetése. A nyomórúd a pneumatikus munkahengerrel /5/, egy csapon keresztül kapcsolódik össze. A nyomósár megvezetésére egy-egy betét szolgál, melynek rögzítését szintén hegesztéssel oldjuk meg. Ezekben a betétekben a nyomósár lazán illeszkedik, lehetővé téve a függőleges irányú elmozdulást. A nyomósár a híd hossz tengelyében helyezkedik el, míg a nyomórúd a nyomósár előtt található. A nyomórúd a hídhöz egy villás elemen keresztül kapcsolódik /16/. A nyomórúdat a villába egy-egy fejes csapszeg /15/ rögzíti, - amely csapszeg körül a nyomórúd elforog-, Seegergyűrűs biztosítással. A nyomórúd másik végéhez kapcsoljuk a kétoldali működésű pneumatikus munkahengert. A csatlakoztatást villás csatlakozón keresztül valósítjuk meg.

A kísérleti berendezés (Kisüzemi sajtprés) rajza az 1. ábrán látható.

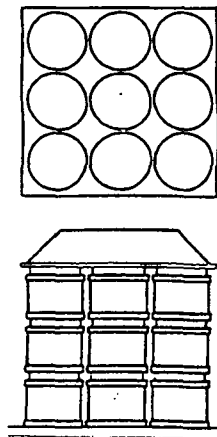


A prés fő szerkezeti eleme az alappokeret /16/, melynek feladata a berendezés további elemeinek tartása; asztal /23/, munkahengert tartó állványzat /3/, nyomórúd /9/, nyomófej /20/. Az alappokeret hegesztéssel készült, anyaga 40x40x2,5 és 50x40x2,5-es négyszög-szelvény, mérete 1020 x 1450 x 725 mm. A berendezés állítható lábakkal /2/ készült. Az állíthatóságot egy egyszerű menetes persellyel oldottuk meg. A perselyben egy menettel megvezetett, állítható golyós talp /1/ van, amellyel a talaj egyenletlenségei kiküszöbölhetők.

1. ábra. Kisüzemi sajtprés

A sajtforma

A termék különleges formáját a sajtforma és sajtprés fogja megadni. A különleges formát az egyedi tervezésű sajtforma alkalmazásával kívántuk biztosítani. A sajtformák présben való elhelyezkedését a 2. ábra mutatja.



A préshez egyébként természetesen bármilyen formát használhatunk, amelynek legalább két lapját sík felület határolja. A sajtformát az élelmiszeriparban használatos metamidből terveztük meg.

A sajtforma két részből áll. A forma alsó részébe, amely a sajt oldalát és magasságát alakítja ki, kerül a kockára felvágott előpréselt alvadék. A savó elszívárogatásáról gondoskodni kell, ezért a forma palást felületén, illetve az alján megfelelő perforáció található. A formatető szintén hasonlóan perforált, mint az alsó rész. A forma alsó részét úgy alakítottuk ki, hogy az alvadék könnyen felvegye a forma alakját.

2.sz. ábra. Sajtformák elhelyezkedése a nyomólap alatt

Éles törésvonal nem található a forma belsejében. Így a sajt jól össze tud tömörödni, nem maradnak savó- vagy légzárványok a sajtésztaiban a préselés befejezése után és a préselés végén a sajtok könnyen kicsúsznak a formából. A felső rész 1-1 milliméteres réssel illeszkedik a formába, így biztosan nem szorul bele az alsó részbe, és az alvadék sem fog kitüremkedni a formából.

Kisüzemi sajtprés működése

Az alvadékot – amelyet igény szerint kiszárítottunk és előpréseltünk – a sajtformákba kell rakni. A formákban lévő sajtalvadékot felülről egy műanyagból /metamid/ készült közdarabbal zárjuk le.

Ez a közdarab a sajtforma kialakításában is fontos szerepet tölt be. A közdarab méreténél fogva megakadályozza az alvadék kiszóródását, mivel a közdarab a formán túlnyúlik. A présnyomás ezeken a közdarabokon keresztül adódik át.

A sajtformák elhelyezése előtt a nyomófejet a pneumatikus munkahenger feltolja felső véghelyzetbe. A megtöltött formákat az asztallapra helyezzük. Egy sorba 9 db formát helyezünk el 3x3-as elrendezésben. A formák egymásra illesztésével 3 sort képezünk. Tehát egy nyomófej alatt 27 db sajtot lehet egyszerre préselni.

A munkahenger egy 167-50/20-as Mecman típusú kétoldali működésű pneumatikus munkahenger. A préselés automatikusan történik. A nyomószáron furatokat alakítottunk ki, azért, hogy a sajtpréssel más típusú és más-más méretű sajtokat is lehessen préselni. Ha ez az eset előfordul, akkor a reteszpályás tartószegyet /10/ át kell helyezni egy másik furatba, és a munkahengeren lévő helyérezékelőt /7/ is a megfelelő pontra kell állítani. Annak érdekében, hogy a mindenkori présnyomás látható legyen, s ennek ismeretében, az eltéréseket korrigálni lehessen a nyomófejbe egy hidraulikus működésű nyomásmérőt /18/ helyeztünk el. A nyomófej /20/ acéllemezből készült, szerkezete szintén hegesztett kivitelű.

A préselés megkezdésekor fokozatosan ügyelni kell arra, hogy a sajtformák jól illeszkedjenek egymás fölé. Ha valamelyik sajtforma nem jól illeszkedik, akkor azonnal abba kell hagyni a préselést, és meg kell igazítani a formát.

A préselést a pneumatikus munkahenger végzi. A présnyomást fokozni kell, amit a pneumatikus rendszerbe beépített nyomásszabályozó szelep vezérlésével érünk el. Állandó nyomás alatt a formából, egy meghatározható idő után már nem tud több savó kifolyni. A présnyomás nagyságáról állandó információt kapunk a nyomásmérő óra figyelésével. A préselési idő 50 perc. Amikor a préselési idő letelt, a munkahenger ismét a felső helyzetbe tolja a nyomólapot. A berendezés és a sajtformák tisztítása után a préselési művelet megismételhető.

2. MÓDSZEREK

2.1. A kísérleti sajt gyártásának műveletei (3. ábra)

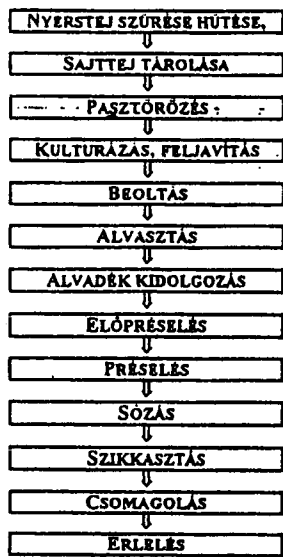
Tej átvétele és tárolása

A friss tejet fejés után azonnal hűtőtároló tartályban helyezzük el, ahol gyorsan 10 °C alá hűtjük. A tej nem lehet savanyúbb 7 SH^o-nál. Végül a feldolgozás megkezdéséig 5-8 °C -on tároljuk szigetelt falú tejtároló tankban.

Tej előkészítése, feljavítása

A tejet lemezpasztöröző berendezésben 78 °C -on pillanat pasztörözzük. A termékünk teljes tejből is készülhet, annak érdekében, hogy a juhsajtra emlékeztető íz kialakulásához meglegyen a kellő zsírtartalom. A zsírtartalom egy részét juh-savószínnel terveztük helyettesíteni. A tejet 31-32 °C -ra hűtve vezetjük a sajtkádba. Miután a kád egyharmadáig megtelt, a kultúrázás következik.

A 36-40 SH^o-ra savanyított különleges ízhatást eredményező speciális kultúrából 0,9-1,5 %-ot adunk a tejhez. Az alvadó-készség javítására 100 liter tejhez maximum 20 gramm kalcium-kloridot, a puffadási veszély csökkentésére 100 liter tejhez 8-10 gramm kálium-nitrátot adagolunk. Szükség van színező anyag bevitelre is, hogy ne csak juhsajtra emlékeztető aroma, hanem a reá jellemző szín is megjelenjen a termékben. Természetes alapú sajtfestéket használunk.



Alvasztás-kidolgozás

A 30-32 °C hőmérsékletű tejhez ennyi oltót adunk, hogy az alvadási idő ne legyen több 40 percnél. Az alvadék felvágását két ütemben végezzük. Közben a savót egyharmadáig leengedjük. A felvágás végén az alvadékrögök nagysága félborsó, illetve búzaszem nagyságú lesz. Ezután az alvadékokat addig kavarjuk, amíg a beoltástól számítva 0,3-0,5 SH^o emelkedés következik be. Az utómelegítés hőfoka 41 °C.

Ezt a hőmérsékletet 25-30 perc alatt érjük el. A melegítés után tovább keverjük, utósajtoljuk az alvadékokat, amíg 1-1,2 SH^o savanyodást érünk el a savóban. Ekkor az alvadék rögök nagysága már csak 2-3 mm.

3. ábra. A kísérleti sajt gyártásának technológiai műveletei

Előpréselés, formázás

A kidolgozott alvadékot savó alatt előpréseljük, mely műveletet a sajtkészítő kádban végezzük. A kádban tolólapokkal összetoljuk az alvadékot, és felülről egy nyomólap segítségével történik meg az előpréselés. A nyomólapot kettősműködésű pneumatikus munkahengerrel mozgatjuk, mely egy vázszerkezetre van szerelve. A savó alatt előpréselt alvadékról a savót eltávolítjuk. Az alvadéktömböt szintén a sajtkészítő kádban vágjuk fel. A felvágott tömböket behelyezzük a sajtfomákba.

Préselés

A préselés időtartama 50 perc. Az alkalmazott présnyomás 5-25 kg /sajtkilogramm között változik. Az alvadék-kockák a különleges alakot biztosító perforált formákban kerülnek elhelyezésre. A préselés alatt kialakul a sajtészta és a sajt alakja.

Sózás, érlelés

A sózás rozsdamentes, saválló acéllemezből készült kádban történik. Időtartama 6-8 óra. A sólé 18-20 % konyhasót tartalmaz. Hőmérséklete 14-15 °C. Ügyelni kell arra, hogy a sajtokat a sólé teljesen ellepje. Egynapos szikkasztás után a sajtokat zsugorfóliába csomagoljuk, és az érlelőbe visszük. Az érlelés két fázisban történik, s eközben alakul ki a juhsajtra emlékeztető aroma. Két hétig 16 °C-on érleljük a sajtokat, majd a következő három hét alatt 12 °C-on érleljük a sajtokat.

2.2. Kisüzemi sajtprés tervezése

2.2.1. Kisüzemi sajtpréssel szemben támasztott követelmények

A sajtprés a formával együtt fogja meghatározni a sajt alakját. A termék kiválasztásánál kiemeltük a marketing szemlélet fontosságát. A sajtfomák kialakításánál ez is igen fontos szempont volt. A sajt alakjának egyedinek kellett lennie, hogy felhívja magára a vásárlók figyelmét.

A prés kialakításánál figyelni kellett arra, hogy lehetőség szerint minél több szabványos alkatrészt tartalmazzon, pl. pneumatikus munkahenger, zárt szelvények, kötő elemek, stb. szerkezete egyszerű, könnyen szerelhető legyen. Meg kellett továbbá hogy feleljen az Élelmiszer Törvényben meghatározott, élelmiszeripari gépekkel szemben felállított követelményeknek. Figyelembe kellett venni a munkavédelmi és érintésvédelmi előírásokat is. Fontos igény volt, hogy a berendezés működtetése egyszerű legyen, a kezelő személyzet könnyen, gyorsan és pontosan tudjon a géppel dolgozni, a prés automatikusan tudjon préselni és minden sajtra közel egyforma akkor présnyomás nehezedjen.

2.2.2. Nyomóerő meghatározása

A szakirodalom, és az üzemi tapasztalat azt mutatja, hogy a sajt kihozatal 10 % körül van. A mi esetünkben ez azt jelenti, hogy a napi 3000 liter tejből 300 kg sajt lesz. Egy sajtformába kb.: 1.2 kg sajt fér bele. Az átlagot figyelembe véve az eltérés 0,3-0,6 % lehet sajtformánként.

$300/1.2 \text{ kg} = 250$ db sajtformába féli el a sajt, amit egy nap alatt az üzemben feldolgoznak.

1 kg sajtot 25 kg présnyomás ér, figyelembe véve a maximális présnyomást (2.5). A technológia szerint a présnyomást fokozni kell. A maximális értéke 25 kg/sajtkilogramm.

$25 : 1,2 = 30 \text{ kg}$ présnyomás kell 1 db sajtra.

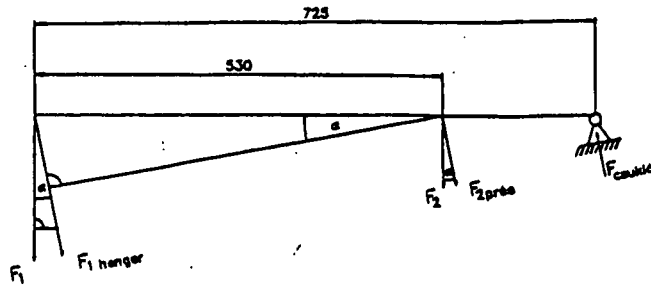
$$P = \frac{F}{A} = \frac{3000N}{176,71\text{cm}^2} = 1,697 \frac{N}{\text{cm}^2}$$

$$A = \frac{d^2 \cdot \Pi}{4} = \frac{150^2 \cdot \Pi}{4} = 176,71\text{cm}^2$$

Egy darab sajtot $1,7 \frac{N}{\text{cm}^2}$ nyomással kell nyomni. Egy nyomófej alatt 9 db sajt van. Ennek értelmében $9 \cdot 300 \text{ N} = 2700 \text{ N}$ maximális nyomóerő kell 1 nyomófej alatt lévő sajtokra.

2.2.3. A maximális présnyomás meghatározása

A nyomórúdon ébredő erőket a 4. ábra mutatja.



4. ábra. Nyomórúdon ébredő erők

$$F_{2\text{prés}} = 2700 \text{ N}$$

$$F_2 = F_{2\text{prés}} \cdot \cos \alpha = 2700 \cdot \cos 11^\circ = 2650,3934 \text{ N}$$

$$F_1 = \frac{F_2 \cdot 0,195}{0,725} = \frac{2650,3934 \cdot 0,195}{0,725} = 712,8644 \text{ N}$$

$$F_{1\text{hengere}} = \frac{F_1}{\cos 11^\circ} = \frac{712,8644}{\cos 11^\circ} = 726,2 \text{ N}$$

Tehát a maximális présnyomás eléréséhez 726,2 N kell.

2.2.4. Munkahenger kiválasztása

A pneumatikus munkahengerek közül Magyarországon nagyon sok típust forgalmaznak. A kiválasztásnál fontos szempont, hogy az alkatrész ellátás biztosított legyen, és a forgalmazónál mindenfajta kiegészítő berendezést meg lehessen kapni. A munkahenger működtetéséhez szükség van levegő ellátó rendszer kiépítésére is. Ezzel a levegőrendszerrel működtetjük az előpréselést végző pneumatikus munkahengert is.

A kiválasztásnál csak kettősműködésű munkahenger jöhet szóba, amelynek a lökethossza is megfelel, és a maximális présnyomás eléréséhez szükséges hatóerőt is képes elérni.

Ezeknek a kritériumoknak a 167 típusú 50/20-as sorozatszámú kétoldali működésű pneumatikus munkahenger felel meg.

A munkahenger adatai: Hatóerő 0,63 Mpa (6.3 bar) mellett 1040 N negatív mozgás esetén.

Az egy bar nyomásra jutó erő nagysága:

$$\frac{1040 \text{ N}}{6,3 \text{ bar}} = 165 \text{ N}$$

$$\frac{726,2 \text{ N}}{165 \text{ N}} = 4,4 \text{ bar}$$

Tehát az üzemi levegő nyomása kisebb is lehet. A maximális présnyomás eléréséhez elegendő a 4,4 bar üzemi nyomás is. Ha a berendezéssel olyan sajtot préselnek, amelyhez nagyobb présnyomás szükséges, akkor sem kell másik munkahengert felszerelni.

2.2.5. Nyomórúd ellenőrzése

Hajlító igénybevétel. Ábrázolása szintén a 4. ábrán látható.

$$F_{\text{henger}} = 726,2 \text{ N}$$

$$F_1 = F_{\text{henger}} \cdot \cos \alpha = 726,2 \cdot \cos 11^\circ = 712,85 \text{ N}$$

$$F_{\text{rúd}} = F_{\text{henger}} \cdot \sin 11^\circ = 138,56 \text{ N}$$

$$\sum M_{\text{HAJLÍTÓ}(x)_B} = 0 = -F_{2\text{pré s}} \cdot 0,195 + F_1 \cdot 0,725$$

$$F_{2\text{pré s}} = \frac{F_1 \cdot 0,725}{0,195} = \frac{712,85 \cdot 0,725}{0,195} = 2650,37 \text{ N}$$

$$\sum M_{\text{HAJLÍTÓ}(x)_A} = 0 = -F_{By} \cdot 0,195 + F_1 \cdot 0,530$$

$$F_{By} = \frac{F_1 \cdot 0,530}{0,195} = \frac{712,85 \cdot 0,530}{0,195} = 1937,51 \text{ N}$$

$$\sum F_{Zi} = 0 = F_{2\text{pré s}} - F_{By} - F_1$$

$$2650,37 - 1937,51 - 712,85 = 0$$

$$M_{HA(\text{max})} = F_1 \cdot 0,53 = 712,85 \cdot 0,53 = 377,81 \text{ N}$$

Ellenőrzés összetett igénybevételeire:

$$\sigma_{\text{red}} = \sigma_{\text{haj}} + \sigma_{\text{nyomó}} \leq \sigma_{\text{meg}} = \sigma_{\text{hajmeg}} = 50 \cdot 10^7 \text{ Pa}$$

$$\sigma_{\text{haj, t nyi}} = \frac{M_{\text{haj}}}{K} = \frac{377,81 \text{ N}}{7,2 \cdot 10^{-6}} = 5,24 \cdot 10^7 \text{ Pa}$$

$$K = \frac{12 \cdot 10^{-3} \cdot (60 \cdot 10^{-3})^2}{6} = 7,2 \cdot 10^{-6} \text{ m}^3$$

$$\sigma_{\text{nyomó}} = \frac{F_{\text{rúd}}}{A} = \frac{138,56}{12 \cdot 10^{-3} \cdot 60 \cdot 10^{-3}} = 1,924 \cdot 10^5 \text{ Pa}$$

$$\sigma_{haj.té.nyf.} + \sigma_{nyomó} = 5,24 \cdot 10^7 + 1,924 \cdot 10^5 = 5,259 \cdot 10^7 Pa$$

$5,259 \cdot 10^7$ kisebb, mint $\sigma_{haj.meg.}$

Tehát a nyomórúd összetett igénybevételre megfelel.

3. EREDMÉNYEK

A cél olyan tejfeldolgozó üzem létesítése, ezen belül sajtprés tervezése volt, ahol a gazdaságban naponta 3000 liter tejet állítanak elő. Ennek figyelembevételével 300 kg/nap kapacitású vertikális sajtprészt terveztünk. A technológiai folyamat tanulmányozása és a technológia összeállítása után készítettük el a szükséges sajtprés tervét.

A teljes tejfeldolgozó gépsor nettó beruházási értéke kb. 19 millió Ft, ezen belül a sajtprés előállítási ára kb. nettó 0,5 millió Ft. Az árbevételt évente bruttó kb. 40 millió Ft-ra becsültük, így a beruházás rövid időn belül megtérülhet.

Felhasznált irodalom

- Ambrus V. (1987): Tejipari gépek. Mezőgazdasági Könyvkiadó, Budapest.
- Balaton M. – Ketting F. (1981): Tejipari Kézikönyv. Mezőgazdasági Könyvkiadó, Budapest.
- Bardach S. (1992): Tejipari Szakgéptan. Kézirat. KÉE Élelmiszeripari Kar, Budapest.
- Szakály S. (1979): Tejipari műveletek és technológiák. Kézirat MTKI. Pécs.
- Diószegi Gy. (1979): Gépszerkezetek méretezési zsebkönyve. Műszaki Könyvkiadó, Budapest.
- Kósa Cs.- Szabó E. (1975): Géprajz és gépelemek. Műszaki Könyvkiadó, Budapest.
- Kigyóssy Zsolt (1988): Géprajz-Gépelemek jegyzet. Élelmiszeripari Főiskola, Szeged.

EXPANSION OF A VERTICAL CHEESE PRESS FOR A SMALL DAIRY PLANT

Zs.Kígyóssy*, J.Csanádi and Zs.Puskás**

***Department of Engineering and Informatics**

****Department of Food Technology and Environmental Management**

ABSTRACT

In our research we executed the plan of a small dairy plant, and it's main products. The products was a semi-hard cheese with similar taste than a cheese from ewe's milk. The dairy firm will prepare 3.000 litres of cow's milk, produce cca. 300 kg cheese and we calculate 40 million HUF revenue per one year. In this article we give information of the procedures of cheese-making, and we show the method of the sheming of a vertical cheese-press. The full project costs 19 million HUF and the cost of the press is cca. 0,5 million HUF.