

A MIKROHULLÁMÚ ENERGIA HATÁSA VÉRPLAZMA ÉS SZÍNTELENÍTETT TELJES VÉRPOR DISZPERZ SZERKEZETÉNEK ALAKULÁSÁRA AZ AGGLOMERÁLÁSI—SZÁRÍTÁSI FOLYAMAT SORÁN

DR. SZABÓ GÁBOR*—DR. DÖRNYEI JÓZSEF**—SZILÁGYI JÁNOS*

BEVEZETÉS

Az élelmiszeripar egyik legfontosabb feladata — jelenlegi technikai fejlesztési folyamata során — az alkalmazott műveletek intenzifikálása, jó minőségű, magas biológiai beltartalmi értékű termék kibocsátással egyidejűleg. A korszerű, kis fajlagos energiáráforgatású technológiai folyamatokhoz a termékek új fizikai feldolgozási módjainak kidolgozása és bevezetése szükséges. Ezek közé sorolható az agglomerálás-szárítás műveletét alkalmazó gyorsan oldódó, ill. diszpergálódó porok (pl. vérplazma, vagy szintelenített teljes vérpor) gyártástechnológiája, az instantizálás, melynek során irányítottan megváltoztatható a szemcsék mérete és kapillárporózus szerkezete kombinált energiaközléssel a heterodiszperzpor vibroaerofluid (VAF) rétegében [1, 2].

Az instantizálási technológia fejlesztésében végzett kutatásaink során megállapítottuk, hogy az agglomerálás-szárítás folyamatban a hagyományos és a mikrohullámú hőközlés kombinált alkalmazása felére, esetenként egyötödére csökkenti a műveleti időket és ugyanakkor a por folyadékban történő gyors diszpergálódásának feltételéhez szükséges kapillárporózus szerkezet jön létre, továbbá kimutatható a mikrohullámú energiaközlés jelentős baktericid hatása [3, 4, 5].

Fenti megállapításaink abból a felismerésből következnek, hogy a mikrohullámú hőközlés a tömegegységnyi anyagba bevihető energiaáram lehetséges mennyisége, továbbá a hőközlés hatására az anyagban kialakuló egyenletes hőmérsékleteloszlás következtében a hagyományos hőközlés módokkal szemben komoly előnyöket nyújt. Segítségével számos folyamat gyorsabban, folyamatos technológiával, kisebb munkaráfordítással, kisebb energiafelhasználással és jobb termékminőséget biztosító módon folytatható le. Ugyanakkor szociális, környezetvédelmi és egyéb (pl. kényelmi) szempontok is indokolhatják a mikrohullámú hőközlésmód alkalmazását [6.]

1. A VIBROAEROFLUIDIZÁCIÓS TECHNOLOGIA ÉS A VIZSGÁLATOKBA BEVONT POROK JELLEMZÉSE

A vibroaerofluid rétegben lejátszódó felépítéses nedves agglomerálás alapja az, hogy a mozgásba hozott agglomerálandó szemcsehaltalmazt folyadékkal, vagy valamilyen kötőanyag oldatával, olvadékával, illetve szuszpenziójával a rétegbe való beporlasztás útján újranedvesítik, vagy olyan körülményeket hoznak létre, hogy a

* Gépészeti és Automatizálási Intézet, Automatizálási Osztály

** COMPACT Kereskedelmi Csomagoló Vállalat

szilárd fázis egy része megolvadjon, majd az oldószert eltávolítják, miközben végbe megy a szemcsék agglomerálódása és létrejönnek az agglomerátum végső szilárd-ságát biztosító kötések. A szemcsemozgás megvalósítható vibrációs eljárás és fluidizáció együttes alkalmazásával, azaz vibroaerofluidizációval [7].

Humán célra alkalmas vérplazma és szintelenített teljes vérpor agglomerálása-szárítása

Vizsgálatainkat vérplazmára és szintelenített teljes vérporra terjesztettük ki. Mindkét por a porlasztva szárítási technológia eredményei azzal a különbséggel, hogy a szintelenített teljes vérpor gyártástechnológiájában ultraszűrést is alkalmaznak. A porlasztva szárítással készült porok mikroheterodiszperz szemcsehalmaznak jellege miatt nehezen és lassan nedvesednek, diszpergálódnak és az alkalmazott technológiából adódóan mikrobiológiai fertőzöttségük esetenként meghaladja az előírt értéket. Ezzel szemben az agglomerált forma számos előnye közül ki kell emelni a szuszpendálhatóság növelésének, illetve szabályozhatóságának lehetősége mellett, hogy jelentősen javíthatók a por formájú, mikroheterogén rendszert alkotó termékek csomóképződés nélküli nedvesedési tulajdonságai. Az agglomerált, csökkentett csíraszámú vérplazma és szintelenített teljes vérpor magas biológiai beltartalmi értéke miatt rendkívül értékes termékek és humán célra is alkalmazhatók az élelmiszeripar számos területén, mint fehérje dúsító, illetőleg fehérjét helyettesítő komponensek.

Kísérleteinkben az ultraszűrés nélküli vérplazma és ultraszűrte teljes szintelenített vérpor agglomeráló-szárítását két különböző módszerrel végeztük. Az egyik eljárásban a porok VAF rétegű újranedvesítése és hagyományos konvektív utószárítása történt, a másik eljárás szerint az újranedvesített porokat kombinált konvektív — mikrohullámú hőközlési móddal kezeltük ugyancsak VAF rétegben. A kombinált energiaközléssel a szemcseméret és a kapillárisok sugarának jelentős növekedése mellett elértük az agglomerátumok két esetenként három nagyságrendű összcsíraszám-csökkenését (10^5 induló csíraszámra vonatkozóan) is.

2. A KIS VESZTESÉGI TÉNYEZŐJŰ POROK ELEKTROMÁGNESES TÉRREL VALÓ KÖLCSÖNHATÁSÁNAK VIZSGÁLATA

A kombinált energia közlés szerkezet módosító hatásának bizonyítására összehasonlító méréseket végeztünk az induló porok, valamint a kapott agglomerátumok elektromágneses térrel való kölcsönhatására vonatkozóan a kis veszteségi tényezőjű dielektrikumokra (ilyenek a vizsgálati anyagaink) kidolgozott módszer segítségével [8].

A dielektrikumok elektromágneses térrel való kölcsönhatása az ϵ permittivitási tényezővel jellemezhető. A gyakorlati dielektrikumoknál a véges vezetőképesség és a polarizáció okozta veszteségek miatt az ϵ komplex szám, ezért az élelmiszeripari mikrohullámú alkalmazástechnikában komplex dielektromos állandónak nevezzük

$$\epsilon = \epsilon' \times j \epsilon''$$

ahol $\epsilon'' = \epsilon' \cdot \text{tg } \delta$ a veszteségre jellemző veszteségi tényező jóval kisebb az ϵ' relatív dielektromos állandónál [9].

A dielektrikumokban nagy frekvenciás erőtér hatására az anyag molekulái polarizálódnak. Mivel a dielektrikumok belsejében a töltések nem mozognak szabadon, a molekuláris sűrűlódás csillapítási jelenségeket okoz. Az elektromos tér felépítésekor

betáplált energia egy része a tér megszűnésekor nem térül vissza a különbség — a dielektromos veszteség —, hővé alakul és ez okozza végeredményben komplex módon az erőtér által kifejtett baktericid hatást. A térfogategységben fejlődő hőáram

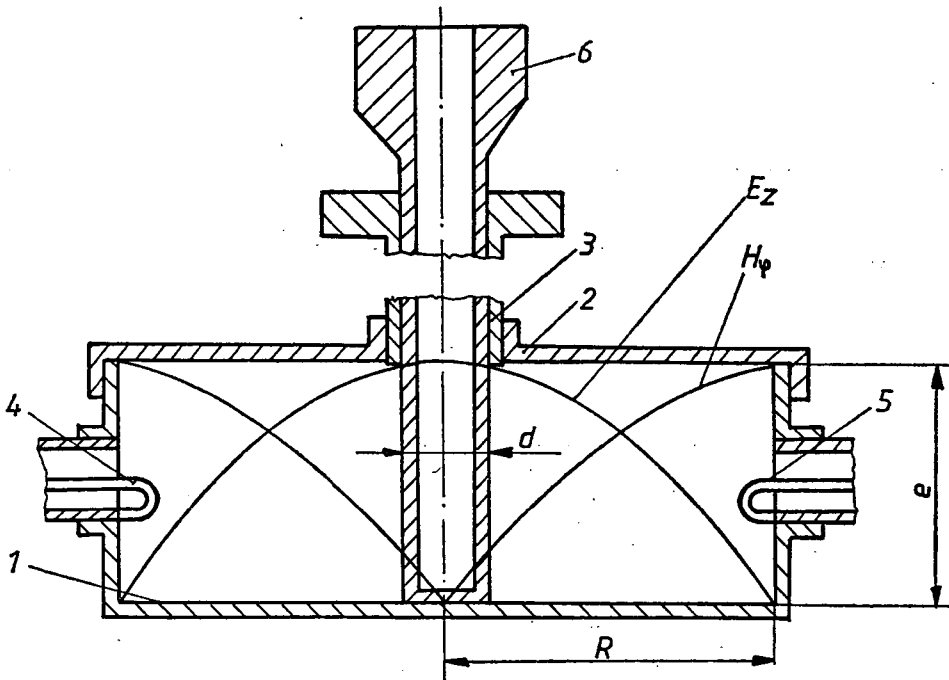
$$P_v = c \cdot f \cdot \epsilon' \cdot \operatorname{tg} \delta \cdot E_{\text{eff}}^2$$

az erőtér (f) frekvenciájával, az (E_{eff}) elektromos térerősség négyzetével, a ($\operatorname{tg} \delta$) veszteségi szög tangensével és az ϵ' relatív dielektromos állandójával arányos.

Tekintettel arra, hogy a nagyfrekvenciával (esetünkben az ipari célra alkalmazható 2450 ± 50 MHz) váltakozó elektromos erőtérben a molekulák gerjesztett rezgései jönnek létre, bizonyos frekvenciákon rezonanciajelenségek tapasztalhatók. Ez magyarázza, hogy az ($\epsilon' \cdot \operatorname{tg} \delta$) a frekvencia függvényében változik és a rezonanciahelyeken csúcserőértékeket vesz fel. Ezen a jelenségen alapszik az általunk alkalmazott módszer, mellyel nem az ϵ' közvetlen értékét mérjük, hanem a frekvenciaváltozásnak (Δf) egy referencia frekvenciával (f_0) való összehasonlításából következtetünk az anyagban lejátszódó veszteségekre.

2.1 A vizsgálati módszer ismertetése

A mikrohullámú hengeres üregrezonátor (1. ábra) úgy lett méretezve, hogy abban a rezonancia frekvencia E_{010} ismert modulusú hullámformája alakuljon ki és az elektromos térerősségnek (E_z) maximuma, valamint a mágneses térerősség H_φ minimuma a mintatartó (6) tengelyével essen egybe.



1. ábra. Mikrohullámú hengeres üregrezonátor

A rézből készített üregrezonátor két fő egységből az: 1 — rezonátorházból és a 2 — rezonátorfedélből áll, melyben a 3 — kapacitív hangoló mechanizmus le-fel mozgatható. A hangoló mechanizmusnak, a rezonátor térbe való mozgatásakor megváltozik a rezonancia frekvenciához tartozó hullámhossz értéke. Az energiabevitel, valamint az oszcilloszkópra történő jelátvitel a 4,5-csatoló egységekkel történik. A csatoló egységek a mágneses térerősség maximumában kerültek elhelyezésre.

Méréseink során meghatároztuk a rezonancia frekvencia értékeit f_0 — üres mintatartó (referencia frekvencia), f — a mintatartóba helyezett kis veszteségi tényezőjű (vékony falú kvarc) küvetta és f_1 — a küvettaiba helyezett vizsgálati minta eseteire. Meghatároztuk a

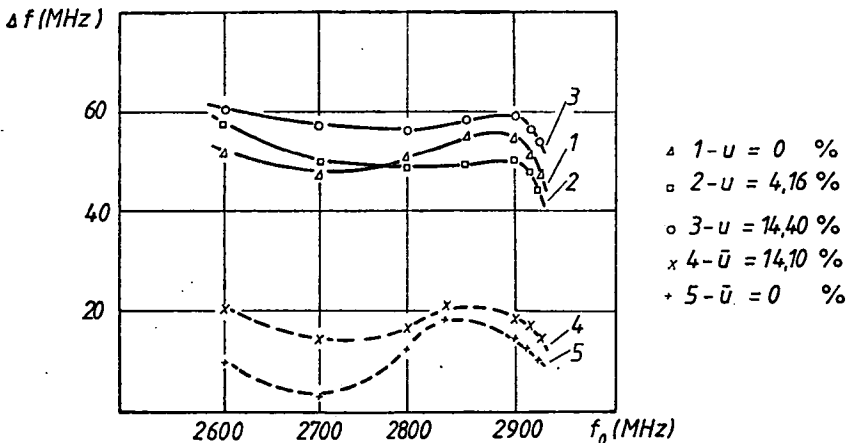
$$\Delta f = f_1 - f$$

frekvenciaváltozás értékeit és ábrázoltuk a különböző nedvességtartalmú (\bar{u}) mintákra a $(\Delta f - f_0)$ összefüggést. Mivel $\Delta f = \Delta f(\bar{u}; f_0)$ függvénykapcsolat a dielektrikumban lejátszódó veszteségi folyamatokkal arányos változást okoz, ezért értékelhető a mikrohullámú energia hatása a kezelt anyagokra vonatkozóan.

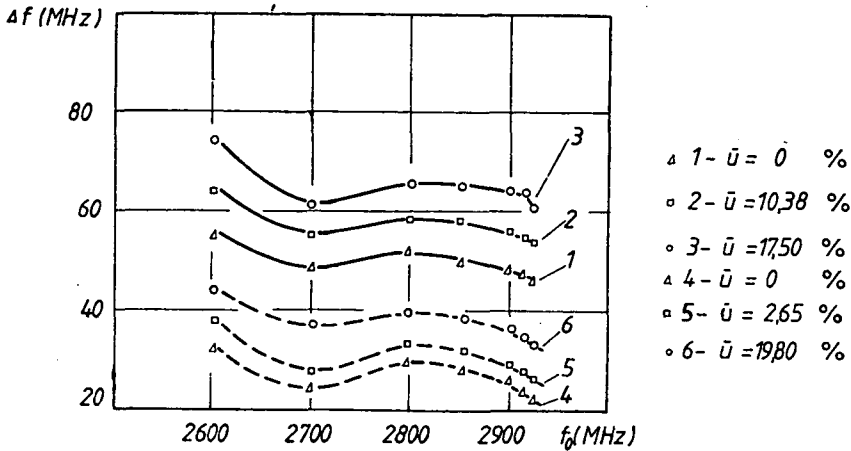
3. A KÍSÉRLETI EREDMÉNYEK ÉRTÉKELÉSE

A porlasztva szárítással előállított vérplazma és szintelenített teljes vérpor elektromágneses térrel való kölcsönhatásának $\Delta f - f_0$ (2. ábra) kapcsolatából ($0 < \bar{u} < 14,4\%$ nedvességtartalom tartományban) azt a következtetést vonhatjuk le, hogy vérplazmánál a nedvesség kisebb kötési energiája következtében Δf értéke nagyobb (40—60 MHz), mint szintelenített teljes vérpor esetében (~ 20 MHz). Az eredményes mikrohullámú kezelés érdekében a szintelenített teljes vérpor esetében vagy az újradvesztés mértékét, vagy pedig az energiaáramsűrűség értékét kell növelni. A görbék lefutásából a 3. ábrán ábrázolt görbékkel összehasonlítva a porlasztva szárítás okozta egyenetlen nedvességeloszlásra is következtethetünk.

A 3. ábra görbéinek egyenes lefutása jól bizonyítja, hogy a mikrohullámú energiadiSSIPáció szelektív hatása következtében a kapott agglomerátumok ned-



2. ábra. Vérplazma (1, 2, 3) és ultraszűrt szintelenített teljes vérpor (4,5) $\Delta f - f_0$ kapcsolata



3. ábra. Kombinált energiaközléssel (1, 2, 3) és hagyományos hőközléssel (4, 5, 6) előállított vérplazma agglomerátum $\Delta f - f_0$ kapcsolata

vességlaszása kiegyenlítődik. A nedvességeloszlás kiegyenlítődése egyben a vibroaerofluid réteg homogén szemcskeveredését is bizonyítja, hiszen a VAF rétegben újrnedvesített, hagyományos energiaközléssel előállított agglomerátumok $\Delta f - f_0$ görbéi is egyenes lefutásúak.

A kombinált energiaközléssel előállított vérplazma agglomerátum esetében a dielektromos veszteségek nagyobbak ($\Delta f = 50 - 70$ MHz) $0 < \bar{u} < 17,5\%$ nedvességtartalom esetében, mint a hagyományos hőközléssel előállított agglomerátumok veszteségei ($\Delta f = 20 - 40$ MHz) $0 < \bar{u} < 19,8\%$ tartományban. A nagyobb dielektromos veszteségek alacsonyabb nedvességtartalom mellett azt bizonyítják, hogy a kapillárisok mérete ténylegesen megnövekedett és a kapillár-porózus szemcsék belső falain az elektromágneses hullámok többszöri reflexiója — abszorpciója játszódik le és így a mikrohullámú energia baktericid hatása az egyes szemcsék belső falain is kimutatható. A nagyobb dielektromos veszteségek egyben a nedvességkötés magasabb energiaszintjét is feltételezik. Ez lehetővé teszi a nagyobb nedvességtartalmú végtermék előállítását egyidejűleg növelve a tárolási-eltarthatósági időt.

4. ÖSSZEFOGLALÁS

Az általunk kidolgozott technológiai eljárás [10] alapvető előnyei a következőkben foglalhatók össze:

- a munkatérben a szemcsék vibroaerofluid rétege következtében biztosítható az elektromágneses tér homogén eloszlása,
- a mikrohullámú energia szelektív abszorpciója eredményeként az agglomerátumok egyenes eloszlású nedvességtartalommal rendelkeznek, és a nedvességkötés különböző formái nagyobb energiaszintre kerülnek,
- a szemcsék mérete és a kapillárisok sugara a kombinált energiaközlés hatására megnövekszik a hagyományos energiaközlési móddal előállított agglomerátumokhoz képest,

- jelentős mértékben csökkennek a műveleti idők és
- bizonyítottan két-három nagyságrenddel csökken a porok mikrobiológiai fertőzőtsége.

IRODALOM

1. Szabó, G.: Tartósított élelmiszerek aerovibrofluid rétegű instantizálása. Egyetem] doktori értekezés Kertészeti Egyetem. Budapest, 1982.
2. Szabó, G.: Élelmezési Ipar. 6. 208 (1983).
3. Szabó, G.—Krasznyikov V. V.—Szürojedov V. I.: Modelirovanyije kinetiki processzov aglomeracii-szuski v vibroaerokipjasem szloje sz pomosju AVM pri proizvodstve büsztrorasztvori-müh pisevüh poroskoobraznüh produktov. MTIPP fiatal oktatóinak és kutatóinak VI. konferenciája. Előadások összefoglalója. Moszkva, 1986.
4. Szürojedov V. I.—Szabó, G.: Piscsevaja i pererabatüvajasuja promüslennoszty. Megjelenés alatt (1987).
5. Szabó, G.: Élip. Föisk. Tudományos közlemények. 11. 65 (1983).
6. Szárítás és melegítés mikrohullámú energiaközléssel. OMFb tanulmány. 4—7307-Et. (1974).
7. Dörnyei, J.: Pillanatoldódó élelmiszerek gyártása. Mezőgazdasági Kiadó. Budapest, 1981.
8. Gubijev, Ju. K.—Gaszparjanc A. G.—Krasznyikov V. V.: IFZS. 6. 1116 (1979).
9. Mojzes, I.—Kazi, K.: A mikrohullámú technika alkalmazása a mérés- és szabályozástechnikai feladatok megoldásában. MTA MFKI. Budapest, 1985.
10. Szabó, G. és tsai.: „Eljárás és berendezés porok és granulátumok kombinált energiaközléssel történő kezelésére”. Szabadalmi bejelentés, 9145 (1773/86).

EFFECTS OF MICROWAVE ENERGY ON THE DISPERSE STRUCTURE OF DECOLOURIZED WHOLE BLOOD POWDER AND BLOOD PLASMA DURING THE AGGLOMERATION-DRYING PROCESS

Dr. Gábor Szabó, Dr. József Dörnyei and János Szilágyi

A study was made of questions of the intensification of the agglomeration-drying procedure for vibroaerofluid layers of decolourized whole blood powder and blood plasma, by means of combined convective — microwave energy treatment. It was found that the microwave heat treatment substantially shortens the processing times; further, through application of the movement of the vibroaerofluid layer, homogeneity of the electromagnetic field can be ensured, which is a basic condition for uniform powder treatment. It was demonstrated that the microwave heat treatment has a bactericidal effect, as a consequence of the multiple reflexion-absorption phenomena in the agglomerates with macrocapillary pore structure developing on combined energy treatment. The developed procedure is suitable for human purposes, proteins of animal origin with a reduced germ count can be prepared in agglomerated form, with a low specific energy input and with continuous technology.

WIRKUNG DER MIKROWELLENENERGIE AUF DIE GESTALTUNG DES DISPERSIONSORGANISMUS DES BLUTPLASMA- UND DEKOLORIERTEN VOLLBLUTPULVERS WÄHREND DER AGGLOMERIERTROCKNUNG

Gábor Szabó—József Dörnyei—János Szilágyi

Die Verfasser behandeln die Fragen des Vibroaerofluidschicht-Agglomeriertrocknungsverfahrens zur Herstellung des Blutplasma- und dekolorierten Vollblutpulvers, welches durch kombinierte konvektive Mikrowellenenergieübertragung intensiviert wird. Es wurde festgestellt, daß die Wärmeübertragung durch Mikrowellen die Operationszeit wesentlich verkürzt, ferner daß die Verwendung der Vibroaerofluidschicht die Homogenität des Elektromagnetfelds sichert, was die Grundbe-

dingung der gleichmäßigen Pulverbehandlung ist. Die Verfasser beweisen, daß die Wärmeübertragung durch Mikrowellen infolge der mehrmaligen Reflexions-Absorptionserscheinungen, die in den makrokapillar porösen Agglomeraten vor sich gehen, bakterizide Wirkung hat. Mit diesem Verfahren können mit weniger spezifischer Energieverwendung und ununterbrochener Technologie für rumanzwecke geeignete, mit verminderten Keimzahlen disponierende Eiweißstoffe von tierischer Herkunft hergestellt werden.

ВЛИЯНИЕ МИКРОВОЛНОВОЙ ЭНЕРГИИ НА ФОРМИРОВАНИЕ ДИСПЕРСНОЙ ОРГАНИЗАЦИИ КРОВЯНОЙ ПЛАЗМЫ И ОБЕСЦВЕЧЕННОГО СУХОГО КРОВЯНОГО ПОРОШКА В ХОДЕ АГЛОМЕРАЦИОННО-СУШИТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА

Габор Сабо—Йожеф Дёрнеи—Янош Силади

Авторы работы занимаются вопросами интенсификации виброаэрофлюидно-слоистого агломерационно-осушительного процесса формирования кровяной плазмы и обесцвеченного сухого кровяного порошка, осуществляющейся с помощью отдачи комбинированной конвективно-микроволновой энергии. В работе устанавливается, что микроволновая термическая отдача значительно сокращает время операции, далее, используя виброаэрофлюидное движение пластов, обеспечивается однородность электромагнитного поля, которая является основополагающим условием равномерной обработки порошка. Авторы доказывают, что вследствие многократных рефлексивно-абсорбционных явлений, происходящих в агломератах с макро-капиллярной пористой структурой, которые формируются посредством комбинированной энергоотдачи, микроволновая термоотдача имеет бактерицидное влияние. Метод, разработанный авторами, пригоден в гуманных целях; с его помощью можно вырабатывать белки животного происхождения в форме агломерата, со сниженным количеством зародышей, применяя непрерывную технологию с небольшими удельными энергозатратами.