

Porszerű élelmiszerek és élvezeti szerek abszolút sűrűségének meghatározása

KAJDACSI FERENC
Budapest Főváros Vegyészeti és Élelmiszervizsgáló Intézete
Érkezett: 1958. május 19-én]

Az élelmiszerek vizsgálatánál a kémiai módszerek mellett egyre jobban tért hódítanak a műszeres kémiai-fizika eljárások. Sokszor használunk kémiai-fizikai módszereket anélkül, hogy különleges műszert használnánk. Ilyen például a piknometeres, vagy aerometeres sűrűségmérés. Ez utóbbi, köznapin nyelven nevezett „spindlizés”, jó szolgálatot tesz a hamisítások gyors felderítése terén pl. a tejnek, pálinkáknak a helyszínen történő „lefokozására”. A sűrűségmérés az élelmiszervizsgálatoknál szinte kivétel nélkül csak a folyékony élelmiszerek vizsgálatában nyer alkalmazást (1. fent). Ugyancsak igénybe vesszük a sűrűségmérési eljárást a bor alkoholtartalmának meghatározásánál is; az illóolajoknak alkohollal történő hamisítását is könnyen felfedhetjük sűrűségméréssel. De a porszerű, lisztes élelmiszereket is megahamisíthatják ászáttal, hogy értéktelenebb porszerű anyagokat kevernek beléjük. Pl. közismert a paprikaőrleményeknek liszttel történő hamisítása. Ha a paprikaőrleménybe gabonalisztet kevernek, megváltozik a sűrűsége, mert a tömött szemcséjű lisztes anyagnak nagyobb a sűrűsége, mint a lazább szerkezetű növényi kiszáradt sejtrészeknek, rostoknak.

Eddig a porszerű anyagok sűrűségmérésére felhasznált eljárások nem szolgáltatták azt a pontosságot, hogy analitikai célra értékesíthetők lettek volna; mert a mérések eredményében csak az első tizedes jegyet fogadhattuk el mint helyes megbízható értéket, a másodikban már több-kevesebb bizonytalanság mutatkozott.

Az abszolút sűrűség (közismert meghatározása értelmében) egyenlő a térfogat egységébe féő anyag tömegével. Porszerű anyagok esetén a tömeg más és más aszerint, hogy mennyire szorítottuk az anyagot az edénybe. Ezért a porszerű anyagok sűrűségét nem mérhetjük meg oly módon, hogy megmérjük 100 ml térfogatba féő lisztes anyag tömegét és az eredményt elosztjuk százzal. Az abszolút sűrűséget pontosan csak úgy számíthatnánk, ha pl. egy gramm porszerű anyag minden egyes szemcséjének megmérnénk a tömegét és térfogatát és a tömeg — térfogatviszony összességének matematikai középértékét vennénk.

Magától értetődik, hogy ilyenfajta mérést gyakorlatilag nem lehet elvégezni.

A porszerű anyagok sűrűségének mérésére a Paalzow-féle volumenetrikus eljárást, vagy a még ennél is kisebb pontosságot eredményező Zehnder-féle piknometrikus eljárást használták. Ez utóbbi pontossága azonban olyan kicsiny, hogy csak tájékoztató mérésül szolgál. Paalzow eljárásával sem érhetünk el nagy pontosságot: meg kell elégednünk az első tizedes érték pontosságával, mely jóval elmarad a folyadékok sűrűségének mérésére használt Schuller-féle piknometrikus eljárás pontosságá mögött, melynél a harmadik tizedesben még megbízható eredményt kapunk.

Paalzow a sűrűségméréshez az általa szerkesztett volumenetert használta (1. ábra).

A Paalzow volumeneter három henger alakú alul és felül csővé szűkülő üveghengerből áll: E_1 , E_2 és E_3 . Ezen edénykéék térfogata: V_1 , V_2 és V_3 . Az E_1 és E_2 edénykéék vékonyabb üvegső köti össze. Az összekötő cső középtáján bekarcolt jel van („a'"); ugyancsak bekarcolt jellel látták el az E_2 edényke vékonyabb üvegső csatlakozását is közvetlenül az edényke alatt („b'"). Az E_1 edényke felső peremszerűen kialakított széle gondosan csiszolt; erre a csiszolt peremre hasonlóan

csiszolt csapos tölcészerű fedél illik. A csiszolatokat a mérés előtt vékonyan csapszírrel kell bekenni. Az E_2 edényke üvegcsoatlakozásának végére hűzött gumicső által az ábrán feltüntetett módon az E_1 edényke közeledőcső módjára van összekötve az E_3 edénykével.

A mérés megkezdése előtt az állványba fogott készüléket olyan állásba hozzuk, hogy az E_1 és E_3 edényke körülbelül egy magasságban álljon. A csapos fedőt levéve az E_1 edénykébe tiszta higanyt töltünk mindaddig, míg a higany az üvegcso szárában eléri az „a” jelet. Helyezzük el az E_1 edénybe a porszerű anyag befogására szolgáló „t” üvegtégelyt. Tegyük vissza a gyengén beszirosított fedőt, zárjuk el a csapját. Ez az ábrán az I. helyzet. Süllyesztjük lassan az E_3 edényt mindaddig, míg a higany az E_2 edényből kiürül és a higanynívó eléri a „b” jelet; a süllyesztés közben a higany betödul az E_3 edénybe. Az E_3 edényke süllyesztését azért kell lassan végezni, nehogy a hirtelen tárgulás következtében az E_1 és E_2 edénykéek légterében lehűlés következzen be, mely megváltoztatná a higanynívók állását. A mérés sikerének elengedhetlen feltétele az, hogy mérés közben úgy a készülék edényeiben, mint a külső térben a hőmérséklet változatlan maradjon. Azt a helyzetet, midőn az E_3 edénykét addig süllyesztettük, hogy a higanynívó a készülék bal szárában a „b” jelen állapotott meg, az ábrán II-vel jelöltük. Ebben a helyzetben milliméterekben megmérjük a volumenometer két szárában a higanynívó különbséget (h_1). Ezután visszaállítjuk az E_3 edényt az ábra szerinti I. helyzetbe. Leveszük az E_1 edényről a fedőt, beleszórunk pár gramm porszerű anyagot a „t” tégelybe. 0,1 mg pontossággal mérjük tömegét. Ismervén a porszerű anyagot befogató tégely tömegét, kiszámítható a bemért porszerű anyag tömege. Legyen ez „m”. Ismét feltesszük az E_1 edényre az üvegfedőt, elzárjuk a csapját és az E_3 edénykét újra süllyesztjük mindaddig, míg a higanynívó a volumenometer bal szárában ismét eléri a „b” bekarcolt jelet. Újra leolvasszuk a készülék két szárában mutatkozó higanynívó-különbséget milliméterekben (h_2). Ezt a helyzetet az ábrán III-al jelöltük.

Az I. állásban az E_1 edény V_1 térfogatához b külső légnyomás tartozik. A II. állásban az edény V_1 térfogata megnövekedik V_2 térfogattal, a nyomás pedig csökken h_1 milliméterrel. A megnövekedett $(V_1 + V_2)$ térfogathoz a csökkent $(b - h_1)$ nyomás tartozik. (A külső légnyomás és higanynívó különbség értékeit 0 °C hőmérsékletű higanyoszlop millimétereiben számítjuk.)

A Boyle Mariotte törvény értelmében

$$V_1 b = (V_1 + V_2) (b - h_1)$$

ahonnan

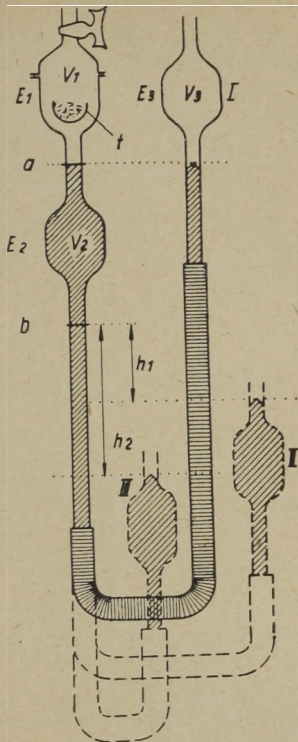
$$V_1 = \frac{V_2(b - h_1)}{h_1} = V_2 \left(\frac{b}{h_1} - 1 \right)$$

képlet adja az E_1 edény térfogatát a porszerű anyag beszorása előtt. A III. állásban — midőn az E_1 edénybe elhelyeztük a porszerű anyagot — a térfogat az előbbivel szemben a porszerű anyag térfogatával (V) csökkent. Az új térfogat tehát $(V_1 + V_2 - V)$ lesz, a nyomás pedig h_2 -vel csökkent, tehát $(V_1 + V_2 - V)$ térfogathoz tartozó nyomásérték: $(b - h_2)$.

A fentiekhez hasonlóan írhatjuk:

$$(V_1 - V) \cdot b = (V_1 + V_2 - V) \cdot (b - h_2)$$

$$\text{és } V_2 \frac{b - h_2}{h_2} = V_1 - V = h_2 \left(\frac{b}{h_2} - 1 \right)$$



I. ábra

A $(V_1 - V)$ térfogat az E_1 edénynek a porszerű anyag térfogatával kisebbitett értéke, ha ebből kivonjuk az E_1 edény térfogatát: V_1 -et és szorzunk -1 -el, megkapjuk a porszerű anyag térfogatát.

$$(V_1 - V) - V_1 = -V; \quad -V(-1) = V,$$

tehát:

$$V_2 \left(\frac{b}{h_2} - 1 \right) - V_2 \left(\frac{b}{h_1} - 1 \right) = V_2 \left(\frac{b}{h_2} - \frac{b}{h_1} \right) \cdot (-1) = \\ = V_2 \left(\frac{b}{h_1} - \frac{b}{h_2} \right) = V.$$

Tehát a porszerű, lisztes anyag térfogata: $V = V_2 \left(\frac{b}{h_1} - \frac{b}{h_2} \right)$;

$$\text{az abszolút sűrűsége pedig: } s = \frac{m}{V_2 \left(\frac{b}{h_1} - \frac{b}{h_2} \right)}$$

A képletben szereplő valamennyi adat mérhető. A porszerű anyag tömegét $0,1$ mg pontossággal mérjük. A légnyomást barometeren, a higanyoszlop nyomáskülönbségét milliméterre beosztott mérőlécen olvassuk le. Az E_2 edény V_2 térfogatát higanyval történő kalibrálás útján határozzuk meg.

A volumenometrikus eljárás pontatlan. A pontatlanságnak fő okát abban kell keresni, hogy a mérés alatt mindig fellépnek ellenőrizhetetlen hőfokváltozások, melyek az E_1 és E_2 edényben maradt levegő térfogatát és ezzel kapcsolatosan annak nyomását is megváltoztatják. Hibát okoz az is, hogy a nívókülönbségek leolvasását sem lehet pontosan elvégezni. Ezért ezen eljárást nem lehet ott használni, ahol a mérés eredményében megkívánjuk, hogy a harmadik tizedesben az eltérés ne legyen több $2-4$ egységnél. Ezt a pontosságot csak piknometeres eljárással érhetjük el. De a porszerű anyagok sűrűségmérése a gyakorlatban alkalmazott piknometeres módszerrel közvetlenül nem végezhető el, mert amidőn a piknometert jelig feltöltjük, a vízzel szuszpenziót alkotó porszerű anyag a piknometer dugójának benyomásakor kicsordul és ennek következtében anyagvesztéssel kell számolni. Mindennek ellenére a piknometeres eljárást bizonyos módosítással használhatjuk a porszerű, lisztes anyagok sűrűségének mérésére is. A mérés elvégzéséhez Schuller-féle kupakkal ellátott piknometert használunk (l. 2. ábra).

A porszerű anyagok sűrűségmérését a módosított eljárással a következők módon végeztük el:

1. Először megmérjük a piknometer tömegét üresen Gauss vagy Borda módszere szerint $0,1$ mg pontossággal (m_1).

2. A piknometerbe szórunk $5-6$ g porszerű anyagot és ismét megmérjük a tömegét (m_2).

3. A piknometer belső falán végig folytatunk pipettából a porszerű anyagra annyi tetraklórmetánt, hogy az anyagot teljesen átnedvesítve kb. fél centiméterrel lepje el. A tetraklórmetán a porszerű anyagot átnedvesíti ugyan, de a porszerű anyag részecskéi között mindig marad annyi levegő, hogy ez a mérés eredményét lerontja. Ennek elkerülése végett a szemcsék között bentrekedt levegőt el kell szívni. Az elszívást vízlégszivattyúval légritkított búra alatt végezzük. E célból a piknometert (kapillaris dugóval a nyílást be dugva) tartalmával együtt a búra alá helyezzük, gondoskodunk jó tömítésről, megindítjuk a vízlégszivattyút, ezáltal a tetraklórmetán felszíne felett légritkított teret létesítünk. Légritkítás alatt közönséges hőfokon a tetraklórmetán forrásnak indul, miközben a bentrekedt



2. ábra

levegő a légritkított térben keletkezett tetraklórmetán gőzökkel együtt a porszemcsék közül fel szabadul. A légritkítást addig folytatjuk, míg a porszerű anyagot tartalmazó tetraklórmetán szabályos forrása megszűnik és az anyag túlhevülése következtében „lökdögni” kezd. Ekkor megszüntetjük a légritkítást és megmérjük a piknometert és tetraklórmetán tömegét (m_3).

4. Ezután feltöltjük a piknometert kb. 70%-os alkohollal a szájnylásig. A feltöltést most is pipettával végezzük. A vizes alkoholt a piknometert belső falán úgy folytatjuk körül a piknometert szájnylásig, hogy a piknometert belső falára felfreccsent anyagot a tetraklórmetán felületére megnyírságilag visszamoszuk. A vizes alkohollal a tetraklórmetán felett helyezkedik el éles határsík alkotva a két fázis között. Ezután a piknometert tartalmazó 20 C°-os hőmérsékletű vízfürdőbe állítjuk; miután felvette a vízfürdő hőfokát, a piknometert térfogatát jelle beállítjuk. A piknometert szárazra törése után tömegét mérjük (m_4).

5. Végül a kiürített és tisztára mosott piknometert feltöltjük frissen kiforralt és lehűtött desztillált vízzel, ugyancsak 20 C°-os vízfürdőben az előbbi módon beállítjuk a piknometert térfogatát a jelle és szárazra törés után mérjük a tömegét (m_5).

A tömegmérések rendre :

1. $m_1 =$ üres piknometert tömege.
2. $m_2 =$ piknometert és porszerű anyag tömege.
3. $m_3 =$ piknometert, porszerű anyag és tetraklórmetán tömege.
4. $m_4 =$ piknometert, porszerű anyag, tetraklórmetán és alkohol tömege 20 C°-on.
5. $m_5 =$ piknometert és desztillált víz tömege 20 C°-on.

A porszerű anyag sűrűségének kiszámításához a fenti adatokon kívül még ismerni kell a méréshez használt 20 C°-os tetraklórmetánnak és a vizes alkohollak abszolút sűrűségét is, melyet előzetesen piknometeres eljárással meghatározunk; ugyancsak ismerni kell a 20 C°-os desztillált víznek az abszolút sűrűségét, amit táblázatban találunk meg.

Jelölésünk szerint :

$s_T =$ a tetraklórmetán abszolút sűrűsége 20 C°-on mérve

$s_A =$ a vizes alkohol abszolút sűrűsége 20 C°-on mérve

$s_V =$ 20 C°-os desztillált víz abszolút sűrűsége.

Az $s = \frac{m}{V}$ képletből a porszerű anyag abszolút sűrűségét kiszámít-

hatjuk.

A porszerű anyag tömegét (m) a 2. és 1. tömegmérés különbségéből számíthatjuk ki; a térfogatát pedig úgy, hogy a piknometertbe töltött tetraklórmetán és vizes alkohol térfogatának összegét levonjuk a piknometert térfogatából.

Legyen :

$V =$ a porszerű anyag térfogata,

$V_p =$ a piknometert térfogata,

$V_T =$ a tetraklórmetán térfogata, melyet a piknometertbe töltöttünk,

$V_A =$ a vizes alkohol térfogata, melyet a piknometertbe töltöttünk.

Tehát :

$$V = V_p - V_T - V_A = V_p - (V_T + V_A)$$

A mérések adataiból :

$$V_p = \frac{m_5 - m_1}{s_V}, \quad V_T = \frac{m_3 - m_2}{s_T}, \quad V_A = \frac{m_4 - m_3}{s_A},$$

$$m = m_2 - m_1$$

A porszerű anyag térfogata :

$$V = \frac{m_5 - m_1}{s_v} - \left(\frac{m_3 - m_2}{s_T} + \frac{m_4 - m_3}{s_A} \right)$$

A porszerű anyag sűrűsége :

$$s = \frac{m}{V} = \frac{m_2 - m_1}{\frac{m_5 - m_1}{s_v} - \left(\frac{m_3 - m_2}{s_T} + \frac{m_4 - m_3}{s_A} \right)}$$

A fenti módszerrel különböző porszerű anyagok sűrűségét mértük. Egy-egy mérést többször megismételve azt tapasztaltuk, hogy a mérések között legfeljebb a harmadik tizedesben mutatkozott 1—2 egységnyi eltérés, vagyis a mérések megbízhatók voltak.

Megmértük pl. különböző paprikaőrlemények sűrűségét : a vizsgálandó anyagot a mérés előtt 3—4 órán át exsikkátorban tartottuk. Az egyes paprikaőrlemények sűrűsége között eltéréseket tapasztaltunk. Az eltérések oka a paprikaőrlemény olajtartalma : minél nagyobb az olajtartalom, annál kisebb a sűrűség.

Különböző olajtartalmú paprikaőrleménynek a 20 C°-on mért abszolút sűrűsége a következő volt :

Olajtartalom %	16,18%	15,85%	15,71%
Abszolút sűrűség 20 C°-on mérve	1,3047	1,3120	1,3124

Vizsgáltuk a különböző paprikaőrlemények sűrűségének változását úgy, hogy a paprikaőrleményhez gabonalisztet kevertünk. A liszt hozzáadása növelte az őrlemény sűrűségét. Pl. 20% búzaliszt bekeverése a sűrűséget 1,3120-ról 1,3970-re emelte (20 C°-on mérve). Ez várható is, mert a gabonaliszt sűrűsége magasabb : 1,55 körül van.

Megmértük a búzaliszt és rozsliszt, valamint a búzakarpa és rozskarpa sűrűségét is. A búzaliszt és rozsliszt abszolút sűrűsége között lényeges különbség nincs ; kicsiny a különbség a korpák sűrűsége között is, ellenben a búza- és rozsliszt sűrűsége minden esetben nagyobbak mutatkozott, mint a búzakarpa, vagy a rozskarpa sűrűsége.

A 20 C°-on végzett sűrűségmérések eredménye a következő :

búzaliszt sűrűsége	1,450
rozsliszt sűrűsége	1,452
búzakarpa sűrűsége	1,421
rozskarpa sűrűsége	1,415

Lényegesen megváltoztatta a liszt sűrűségét a bekevert 10% gipsz :
 búzaliszt + 10% gipsz

.....	1,490
-------	-------

Kísérleteket végeztünk tealevéllal is. Meghatároztuk a sűrűséget 3—4 órai exsikkátorban való állás után, majd a kifőzött, kiszáritott tealevélnak is hasonló módon megmértük a sűrűségét és azt találtuk, hogy a kifőzött tealevél sűrűsége kisebb volt, mint a kifőzetlené :

kifőzetlen tealevél sűrűsége 20 C°-on mérve ..	1,380
kifőzött tealevél sűrűsége	1,277

A porszerű anyagok sűrűségének ismerete számos esetben a vizsgálatnál fontos adatokat szolgáltat, pl. a porszerű festékek, élelmiszerfestékek, töltőanyag mennyiségét lényegesen megváltoztatja a sűrűséget, ezért a sűrűségmérés adataiból következtetést vonhatunk a porszerű festékek töltőanyagtartalmára is.

234

ОПРЕДЕЛЕНИЕ АБСОЛЮТНОЙ ПЛОТНОСТИ ПОРОШКО- ОБРАЗНЫХ ВЕЩЕСТВ

Ф. Кайдачи

Автор сообщает метод определения абсолютной плотности пищевых продуктов (порошкообразных веществ). При помощи метода установил плотность мук, молотого перца и т. д. Из результатов измерений можно выводить заключение о случайной фальсификации отдельных пищевых продуктов.

BESTIMMUNG DER ABSOLUTEN DICHT E VON PULVERARTIGEN SUBSTANZEN

F. Kajdacs i

Verfasser beschreibt ein Verfahren zur Bestimmung der absoluten Dichte von Lebensmitteln (pulverartigen Stoffen). Mit dem Verfahren wurde die absolute Dichte von Paprikamahlgut, Mehl usw. gemessen. Aus den Messungsergebnissen kann auf die eventuelle Fälschung der einzelnen Lebensmittel gefolgert werden.

DETERMINATION OF THE ABSOLUTE DENSITY OF PULVERIZED SUBSTANCES

F. Kajdacs i

The author described a method for the determination of the absolute density of foods (pulverized substances). The absolute density of pulverized paprika, flour, etc. was determined. On the basis of the data of measurements, conclusions can be drawn as regards the eventual adulteration of certain foods.

L'ÉTABLISSEMENT DE LA DENSITÉ ABSOLUE DES MATIÈRES PULVÉRULENTES

F. Kajdacs i

L'auteur expose une méthode de l'établissement de la densité absolue des denrées pulvérulentes. A cette manière, la densité absolue des moutures de paprika, de farines etc. a été établie. Les résultats du mesurage permettent de fournir des indications pour une falsification éventuelle.
