



Braun Tibor

# Egymásra ható ízek és illatok

## Aromakémia a molekulák és molekulakeverékek szintjén

### Előszó

Ez a dolgozat két irányból közelíti meg témánkat. Az egyik irány az étel, ízek és illatok összetett természete és azok kapcsolata a kémiával, a másik a gasztronómiailag érdekes termékek és folyamatok illatkémiája. Ezenfelül külön hangsúlyt kapnak az összefüggések az érzékelt illat és a kémiai összetétel között. Az illat olyan észlelés, jelenség, ami egyesíti az ízt, a retronazális szaglás és orális szomatoérzékelést a látási és hallási járulékos információkkal. [1,2]

Érdeklődésünk elsősorban az aromára mint az illat sokrétűségének kiváltójára, valamint az ételminták érzékszervi forrására irányul. Fontosnak tartjuk megjegyezni, hogy miközben ételeket és italokat illatosnak tekintünk, azok illatot kiváltó molekulákat tartalmaznak, de azt nem állíthatjuk, hogy „illatuk van”. Ezzel szemben az illatok molekulái bioaktivitásuk révén érzékelőrendszerünk receptorait érik el, és az illatérzékelés az ingerek receptor általi feldolgozásnak az eredménye. [3] Az aromák viszont olyan molekulák érzékelése, amelyek szintén elérik a szaglőreceptorokat. Emberekben ezek a receptorok a szaglőszervi hámszövetben helyezkednek el az orrnyereg felső részén. Receptorok helyezkednek el a nyelvünkön is. Hogy ezeket elérjék, a molekuláknak kis méretűeknek (általában 300 atomi tömegegység alatt), valamint eléggé nempolárisoknak kell lenniük ahhoz, hogy illékonyak legyenek, azaz jelentékeny gőznyomásuk lehetővé tegye jelenlétüket a gázfázisban. [4]

### Bevezetés

Az emberek körülbelül 500 szaglőreceptorral rendelkeznek, [5] ami több ezer, sőt talán még több molekula érzékelését teszi lehetővé. A szaglőrendszer érzékelni és differenciálni képes nagyobb számú illékony molekulát, mint amennyi receptora van, és ezt a kombinatorikus kódoláson keresztül teszi. [6] Ebben minden illékony molekula kölcsönhatásba kerül bizonyos számú receptorral, amelyeket aktivál. [7] Ennek megfelelően minden receptort több különböző illékony molekula is aktiválhat. Minden illékony molekula aránylag egyedi receptor-„kódot”, valamint „aktiválási szintet” hoz létre, és e jelzessorozat feldolgozásakor jelenik meg az aroma. Amikor több illékony molekula keveredik, azok egyedi aromaminőségeket hoznak létre. Az emberekről kimutatták, hogy körülbelül 1 trillió különböző aroma megkülönböztetésére képesek. [8]

### Aromakapcsolatok

Az aromakapcsolatok molekuláris érzékelő tulajdonságainak kiváltói okait, főleg az illékony molekulákra vonatkozókat, még nem sikerült teljesen tisztázni, de annyi már ismeretes, hogy az alkilánc hossza, [9] a gyűrűk kettős kötésekből eredő merevsé-

ge, a hidas gyűrűk, [10] az aromás gyűrűk, [4] a heteroatomos funkció csoportok, például az alkoholok, karbonilcsoportok, aldehidek, ketonok, szerves savak, észterek és laktonok, [11] a halidok, a kén és a nitrogén, valamint a sztereoaktivitás [12] közül mindegyiknek hatása van az adott molekula érzékelt aromaminőségére. Az aroma mellett tekintetbe kell venni annak aromaküszöbét, [13] azaz azt a mennyiséget vagy koncentrációt, ami egy adott illékony molekulából szükséges ahhoz, hogy érezhető kellemes aromát okozzon.

Élelmezésre és gasztronómiai élvezethez az emberek által fogyasztott ételek számos aromához hozzájáruló illékony molekulát tartalmaznak. Példa ilyenekre a levendula, a fenyő, illetve a bodzavirág. Azt, hogy az aroma hogyan nyilvánul meg több összetevő keverékében, például egy mintakeverék szintetikus modelljének összeállításával közelítik, vagy a létező, a természetben előforduló illékony molekulák keverékösszetételét gázkromatográfiás-tömegspektrometriás analízissel állapítják meg. Többkomponensű keverékekben bonyolult kapcsolat alakul ki a kémiai összetétel és az észlelt íz és aroma között. [14] Egy keverék érzékelt aromája és kapcsolata a kémiai szerkezettel azoknak a keverésből származó érzékelési hatásoknak a vizsgálatát igényli, amiket hozzáadásnak (additivitásnak), [15] álcázásnak vagy szinergitának neveznek.

Minden keverék jellemző aromájának érzékelését az agy meglehetősen egységes „szagimázs” jellemzi. Vagyis amint egy illékony keverék íze annyira ismertté válik, mint valamely egyéni molekula aromájáé, például a csokoládéaroma jellegzetes illékony molekulák keverékéé, annak saját aromája diszkrét egységként kerül inkább kódolásra és feldolgozásra. [16]

### Aromakeverékek

Az aromakeverékek megismerésére ajánlatos a „felülről alulra” vagy az „alulról felülre” megközelítés. A „felülről alulra” eljárás esetében a termék (például bor, csokoládé vagy levendula) illata nem rendelhető valamelyik egyedi molekulához, hanem az a terméket jellemző illatos molekulázt képviseli. Az „alulról felülre” keverékek, amelyek legalább három illékony molekulából állnak, nem valamelyik komponens aromáját érzékeltetik, hanem az újét. Így az illatok kontextusában a keverési hatások meglehetősen széles körűek lehetnek, komoly szerepet játszva számos termékkeverék esetében még egyszerű keverékeknél is.

Egy keverék aromája és a kémiai összetétel a hozzáadás hatása alatt állhat, és a nem érzékelhető egyéni összetevők érzékelhetővé válnak, amikor együtt szagolják őket. [17] Valamely aroma képzete az agyban kódolásra és tárolásra kerül egyrészt analitikai feldolgozás alapján, amikor az összetevők megkülönböztethetőek, de nem hatnak egymásra, másrészt szintetikus feldolgozással, ahol az összetevőkről az információ elvész a keverék egyedi minőségének háttérében. [18] Egy 3 illékony molekulából álló



keverék olyan aromája érzékelhető, ami nem keletkezik egyik egyéni összetevő szaglásánál sem, folyamatosan bizonyítva, hogy az aromák szinergiája és szintetikus feldolgozása nagyon kevés kémiai összetettséget igényel. [19]

Hogy a fentieket részletezzük, egy végleges aromakeverék kémiai felépítése additivitás hatása alatt állhat, amikor a különben nem észlelhető összetevők felismerhetővé válnak együttszaglással [17] vagy valamelyik összetevő aromája elnyomja egy másikat, illetve annak intenzitását. [20] Viszont egy 5 összetevőből álló keverék esetében úgy találták, hogy a keverés megzavarja a szagolásra felkért kísérleti alanyok (emberek) képességét az összetevők azonosításában. Ennek ellenére az alanyok képesek voltak 3 összetevőig azonosítani az összetevőket. Hasonló példa több összetevőjű keverék ismert aromáinak felismerése, mint például a csokoládé, levenduláé és mézé, amelyek maguk is különböző aromák aktív keverékei. [16] Megszokott szagok keverékei (például 5 összetevőből álló csokoládé, méz, sajt, levendula és eper) észlelése hasonló módon történik, mint az egyéni összetevők keverékéé. Mindkét esetben a kísérleti alanyok (emberek) képesek voltak néhány jelen lévő aroma felismerésére, azaz maximum háromra vagy négyre egy 8 összetevős keverékben.

## Analitikai illatkémia

Az illat elemzésére megfelelő módszerek, valamint azok a vizsgálatok, amelyek megválaszolhatják az észlelés és a kémiai szerkezet közötti kapcsolat kérdését, jelentősen függenek attól, hogy mennyire értjük meg azokat az egymással kapcsolatos rendszereket, amelyek hozzájárulnak az illatokhoz. Mivel tudjuk, hogy az illékony molekulák összetett kölcsönhatásban vannak az aromaképzéssel, olyan módszerekre van szükség, amelyek segítenek megérteni a műszeres adatok kapcsolatát az érzékelt illat és az azt okozó molekulák között.

Egy étel aromájához potenciálisan hozzájáruló kémiai összetevők azonosítására több lépés szükséges. Általában el kell választani az illékony összetevőket a nem illékonyaktól, miközben fenn kell tartani relatív összetételüket. Ehhez a folyadékextrakció a helyes út. A következő lépés az illékony molekulák keverékének kromatográfiás elválasztása, valamint az elválasztott összetevők minőségi, félminőségi vagy mennyiségi elemzése. A közismert extrakciós és kromatográfiás eljárásokat sokszor leírták már, ezek részletes ismertetésére itt nem térünk ki, de néhány vonatkozó hivatkozást azért említünk. [21–24]

## Illat, aktivitás, érték

Általában kémiai illatvizsgálatoknál a vizsgált termékben mennyiségileg szükséges meghatározni az egyes illékony vegyületek hatását és hozzájárulását a teljes minta általános aromájához. Valamely minta egyéni illékony összetevőjére az illat aktivitási értéke

(odor activity value, OAV) utal, amit 1957-ben definiáltak. [25] Ez a vizsgált vegyület koncentrációja osztva annak gyakorlatilag meghatározott illatdetektálási koncentrációküszöbével egy mintamatrixban vagy oldatban. Az illékony molekulák másik jellemzése a gázkromatográfiát alkalmazza úgy, hogy a már említett extraktumot hígításoknak és mindegyik hígított extraktumot olfaktometriának (szaglásmérésnek) veti alá. Minden összetevőre meghatároznak egy úgynevezett „hígítási tényező”. Minél több hígítás szükséges, annál nagyobb lesz egy illat hígítási tényezője és annál érezhetőbb annak a mintának az aromája.

## Érzékmétria

Az érzékmétria ételek és más minták mennyiségi, érzéki adatainak jellemzésére szolgáló lehetőség. [26] Mivel az érzékelési minőség nem mérhető közvetlenül műszeres eljárással, ezen jellemzők értékelése emberi önkéntesekkel történik. A leíró analízist (Descriptive Analysis, DA) az 1940-es évek végén javasolták (illatprofil, FP – flavor profile néven). [27] A DA egy csoport bíráló veszi igénybe, hogy mennyiségileg becstüljenek meg egy vagy több érzéki tényezőt egy termékben vagy terméksorozatban.

Az érzékmétriás eljárások is kimutatták az ízek és az aromák számos kombinációs lehetőségét, és az ízek analitikai kémiai méréseivel együtt bizonyították az ízek, illatok és aromák egymásra hatásának számos lehetőségét.

## Utószó

Érzékelés és íz- és illatkémiai tanulmányok kimutatták, hogy az ízek és illatok nemcsak a kémiai, biológiai szempontból érdekesek, hanem a megismerési szinthez, a fejlődéshez is hozzájárulnak, és rendkívüli mértékben fejlesztik a gasztronómiai sokféleséget világszerte. ●●●

## IRODALOM

- [1] D. M. Small, G. Bender, N. Velthuisen, M. G. Rudenga, D. Nachtigall, J. Felsted, NY Acad. Sci., 1121, 136.
- [2] J. V. Verhagen, I. Engelen, Neurosci. Biobehavioral Revs. (2006) 30, 613.
- [3] M. Auvray, C. Spence, Consciousness and Cognition (2008) 17, 1016.
- [4] K. J. Rossiter, Chem. Revs. (1996) 96, 3201
- [5] R. Axel, Angew. Chem. Internat. Ed. (2005) 44, 6110.
- [6] B. Malnic, J. Hirono, T. Sato, L. B. Buck, Cell (1999) 96, 713.
- [7] W. B. Floriano, N. Vajdechi, W. Goddard, M. S. Singer, G. M. Shepherd, Proc. Natl. Acad. Sci. USA (2000) 97, 10712.
- [8] C. Bushdid, M. O. Madnaso, M. O. Vosshall, A. Keller, Science (2014) 343, 1370.
- [9] R. D. De Mello Castanho Amboni, P. da Silva, R. A. Yunes, V. E. Heinzen, J. Agric. Food. Chem. (2000) 48, 3517.
- [10] S. Hong, E. J. Correy, J. Am. Chem. Soc. (2006) 128, 1346.
- [11] D. G. Laing, P. K. Lekha, A. L. L. Banks, I. N. Hutchinson, Chem. Sciences (2003) 28, 57.
- [12] R. Bentley, Chem. Rev. (2006) 106, 4099.
- [13] P. A. Edwards, L. S. Anker, P. C. Jurs, Chem. Senses (1991) 16, 447.
- [14] D. A. Wilson, R. J. Stevenson, Learning to Smell: Olfactory Perception from Neurobiology to Behaviour, Baltimore, Johns Hopkins University Press, 2006.
- [15] B. Berglund, M. J. Olsson, Percept. & Psychophysics (1993) 53, 475.
- [16] A. Livermore, D. O. G. Laing, Perception & Psychophysics (1998) 60, 650.
- [17] T. Ryan, P. D. Prenzler, P. D. Saliba, A. J. Skollary, Trends in Food Sci. Technol. (2008) 19, 383.
- [18] D. G. Laing, G. W. Francis, Physiology & Behaviour (1989) 46, 809.
- [19] E. le Berre, T. Thomas-Danguin, T. Beno, G. Couread, G. Etievant, P. Prescott, Chem. Senses, 13, 193.
- [20] B. Pineau, J. C. Barbe, C. Leeuwen, D. Dubourdieu, J. Agric. Food. Chem. (2009) 57, 3702.
- [21] A. Kanavouras, A. Kiritsakis, R. J. Hernandez, Food Chem. (2005) 90, 69.
- [22] R. Lopez, M. Aznar, J. Catchu, V. Ferreira, J. Chromatogr. (2002) 966, 167.
- [23] M. Caldeira, F. Rodrigues, R. Perestrello, J. C. Marques, J. S. Camara, Talanta (2007) 74, 78.
- [24] S. E. Ebeler, J. H. Thorngate, J. Agric. Food Chem. (2009) 57, 8098.
- [25] S. Ottom, D. Josephson, J. Food Sci. (1957) 22, 316.
- [26] H. T. Lowless, H. Heymann, Sensory Evaluation of a Food, Springer, Berlin, 2010.
- [27] S. E. Cairncross, E. B. Sjostrom, Descriptive Sensory Analysis in Practice, Food & Nutrition Press, 1950.