

## Az aromaanyagok változása a kenyérfélesztésnél\*

KEVEI JÁNOSNÉ

Központi Élelmiszeripari Kutatóintézet, Budapest

Érkezett: 1971. június 5.

Mindannyiunk előtt ismert és kedvelt a friss kenyér kellemes illata és íze, vagyis aromája. Ez a jól ismert aroma egyrészt a tésztaélesztés folyamán: kovász-készítés, dagasztás és kelesztés alatt, másrészt sütés közben – termikus változások, elsősorban a Maillard-reakció következtében – alakul ki.

Mivel a kenyérearoma kialakításában az illó aromakomponensek játsszák a főszerepet, vizsgálatainkat e területen a liszt-, kovász-, kenyérhéj- és kenyérbél-minták vízgőzzel kivonható aromaanyagainak gázkromatográfiás szétválasztására, grafikus ábrázolására és összehasonlító értékelésére összpontosítottuk. Célunk e kísérleteknél az volt, hogy olyan megfelelő és korszerű vizsgálati módszert dolgozzunk ki, mely lehetővé teszi a felsorolt minták aromatartalmának egyformán jó kiértékelhetőségét és összehasonlítását az általunk kidolgozott kísérleti körülmények között. E négyféle minta aromatartalmának vizsgálatából a kenyérfélesztés alatt végbemenő aromaváltozásokra kívántunk következtetni.

A felsorolt minták aromaanyagainak kivonására a vízgőzdesztilláció + oldószeres kirázáson kívül a közvetlen oldószeres kivonását is megpróbáltuk.

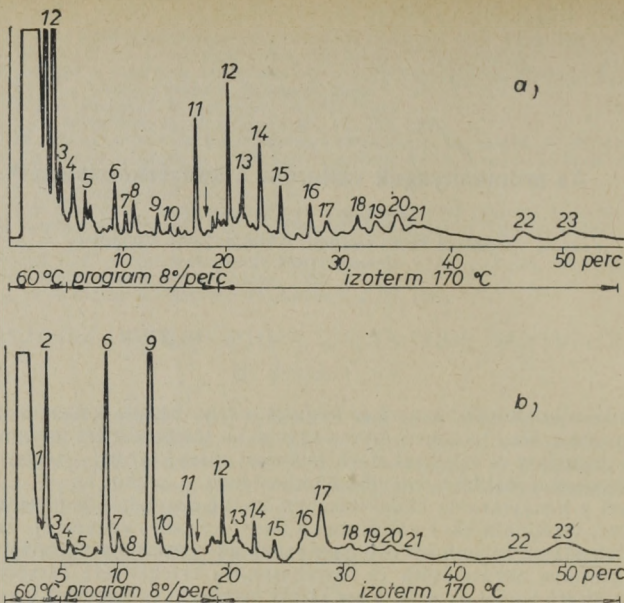
Az aromaanyagok közvetlen oldószeres kivonását azonban a liszt-, kovász- és kenyérminták esetében sem a kellően felaprított minta oldószeres digesztálásával, sem a mintákból nyert vizes szuszpenziók centrifugálás után szétválasztott tiszta szupernatánsának oldószeres kirázásával nem tudtuk reprodukálható módon megoldani. A vízgőzdesztillálás nélkül kapott kivonatok olyan sok zavaró anyagot (pl. cukor, lipidek, fehérjék stb.) tartalmaztak, hogy további feldolgozásuk lehetetlenné vált. E nehézségek miatt választottuk a vízgőzdesztillálást.

A vízgőzzel nyert desztillátumot mindegyik mintaféleség esetében éter-n-pentán (2:1) oldószerkeverékkel ráztuk ki. Az oldószeres kivonatot – víztelenítés után – megfelelő térfogatra koncentráltuk, majd az így kapott aromasűrítmenyből 5–10  $\mu$ -nyi mennyiséget gázkromatografáltunk.

A gázkromatográfiás szétválasztásra többféle állófázist is kipróbáltunk, de ezúttal csak a legjobb eredményeket szolgáltató, 10% Ucont tartalmazó, Celite töltetű oszlopon nyert eredményeket ismertettük. 60–170 °C hőmérséklet-értékek között, hőmérséklet-programozással dolgoztunk, Perkin-Elmer 900-as típusú gázkromatográfban.

A kromatogram felvételeket ún. belső standard vegyület hozzáadásával készítettük. E standard segítségével – a csúcsmagasságok korrekciója révén – kiküszöbölhettük a mintaadagolás és kromatogram felvétel esetleges pontatlanságát.

A korrigált kromatogramokat rajzban és ún. vonaldiagramban is ábrázoltuk. A vonaldiagramos kiértékelés, melyben az aromakomponensek csúcsmagasságait



1. ábra.

a) BL 80-as búzaliszt és

b) Érett (8 órás) kovász aromakromatogramja Ucon oszlopon.

Aromasűrítmény: 0,5 ml, mintamennyiség: 5  $\mu$ l. Oszlop: 10% Ucon 50 HB 2000 Celiten.

Érzékenység: R = 10, A = 32. Kromatografálás: 5 percig 60°C, program: 8°C/perc 170°C-ig, tartás 170°C-on 35–40 perc. Az oldószer csúcsát nem számoztuk meg, 1–23 számokkal a jelentősebb aromacsúcsokat jelöltük. A nyíl a héjmintában jelentős – A-jelzésű – csúcs helyét jelöli a többi kromatogramban.

egy-egy – a csúcsmagasságnak megfelelő nagyságú – függőleges vonal alakjában rajzoltuk fel a retenció idő függvényében, lehetővé teszi a különböző víztartalmú minták aromatartalmának azonos szárazanyagra átszámítás utáni ábrázolását, ami a különböző mintafelésegek összehasonlítását megkönnyíti.

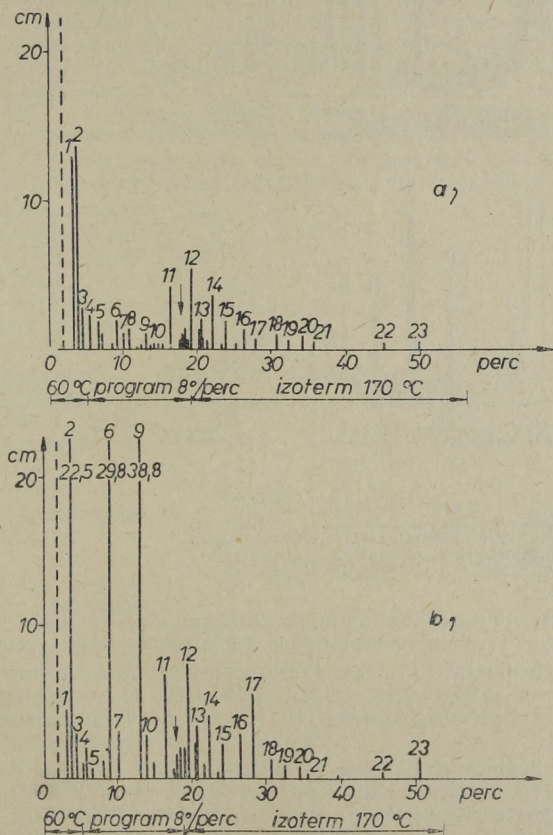
A kísérletek során használt BL 80-as búzalisztminta vízgőzzel és oldószeres kirázással nyert aromakivonatát vettük alapnak. E minta kromatogramrajzát hasonlítottuk össze az ugyanebből a lisztből készült és 8 óráig erjesztett (érett), ún. *érett kovászminta* hasonlóan készült aromakivonatának kromatogramrajzával (1. ábra). A két rajz összehasonlításából először is az tűnik ki, hogy az aromakivonatok feltűnően dúsak vízgőzzel elválasztható illóanyag-komponensekben. A lisztmintában 50 db kromatogram-csúcsot, ill. „talpat” választottunk szét, az oldószer széles csúcsán kívül. Az érett kovásznál ez a szám 48. E sok anyag jelenléte miatt csak a jelentősebb csúcsokat számoztuk meg, azokat, amelyek a kenyérszítési eljárás alatt több-kevesebb változást mutattak.

Érdekes, hogy a lisztminta könnyen illó – 7 perc alatt leváló – aromaanyagainak, mint amilyen az 1., 2., 3., 4. és 5. csúcs, – a 2. csúcs kivételével – lecsökken a mennyisége az érett kovászbán. A közepes illékonyaságú anyagok – a 7–25 perc között leváló komponensek – közül egyrészt a 6. és 9. aromacsúcs mennyiségi növekedése szembetűnő a kovászmintában, a lisztkromatogramhoz képest. Másrészt egyes aromacsúcsok, mint pl. a 11., 12., 13. és 14. csúcs, a kromatogramrajz szerint a kovászmintánál kisebbek, mint a lisztmintánál. A 25 perc után leváló



aromaanyagok közül csak a 17. csúsz nagyobbodott meg a kovászminta aromakivonatában a lisztmintához képest.

Ugyanennél a két mintánál a vonaldiagramos ábrázolás, mely lehetővé teszi az azonos mintamennyiségre – 30 g szárazanyagra – átszámított aromakivonatok összehasonlítását szemléltetőbben mutatja a változásokat (2. ábra).



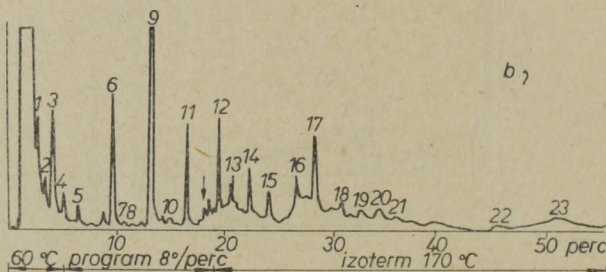
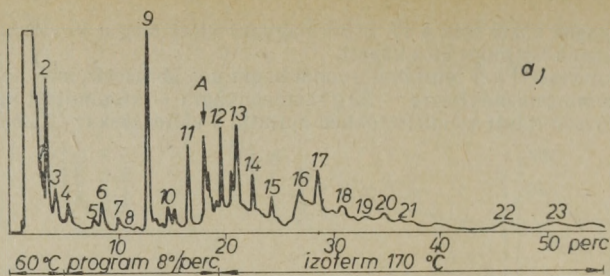
2. ábra.

a) BL 80-as búzaliszt és

b) Érett (8 órás) kovász aromakivonatának 30 g szárazanyagra számított vonaldiagramja Ucon oszlopon. Kísérleti körülmények és jelzések az 1. ábra szerint.

A vonaldiagramokon csak a jelentékeny – elsősorban a rajzokon számokkal jelzett – aromacsúcsokat tüntettük fel. A kis, ún. „talpakat” itt nem jeleztük. Az első szaggatott vonal az oldószerrel „jelenti”, a többi egy-egy aromakomponens csúcsmagasságát jelképezi eredeti nagyságban feltüntetve. Ahol a csúcsmagasságok a 20 cm-t meghaladták, számokkal jelöltük a számított magassáértékeket.

Ennél az ábrázolásnál még jelentősebb különbségeket láthatunk a liszt és az érett kovász aromakivonata között. A lisztminta több, de kisebb aromakompo-



3. ábra.

- a) Friss kenyérhéj és  
 b) Friss kenyérbél aromakromatogramja Ucon oszlopon.  
 Kísérleti körülmények és jelzések az 1. ábra szerint.

nenst tartalmaz, mint a kovázminta. Ez utóbbinál a 2., 6. és 9. csúcsok feltűnően, a 10., 11., 12. és 17. komponens-csúcsok számottevően megnagyobbodtak.

Az eddig bemutatott kromatogramokon egy-egy nyilat rajzoltunk be olyan helyen, ahol csak egészen kicsi csúcsok találhatóak, de a hely megjelölése azért fontos, mert a kenyérhéj-mintánál itt jelentős nagyságú komponens-csúcsot fogunk találni.

Az előbb bemutatott BL 80-as búzaliszt-mintából az ugyancsak ismertetett érett kovással a Sütőipari Kutató Intézet kísérleti sütőtüzemében készült 350 g-os cipők vízgőzzel elválasztható aromatartalmát friss állapotban – 1–2 órával a sütés után – külön a kenyérhéjban és külön a kenyérbélben vizsgáltuk meg.

A kenyérhéj és a kenyérbélzet aromakivonatának kromatogramrajzát a 3. ábrán hasonlíthatjuk össze. A kenyérhéj aromagramja igen sok komponens-tartalmaz (54 a csúcsok + „talpak” száma). Ezek közül néhány aromacsúcs még mennyiségileg is közel azonos a búzaliszt aromakivonatának megfelelő aromacsúcsaival. Így azonosak a 3., 4., 6., 11., 15., 16. és a 30. perc után leváló csúcsok mind. Az aromakomponensek másik része kisebb-nagyobb mennyiségi csökkenést mutat a kenyérhéj aromakivonatában, pl. az 5., 7., 8., 12. és 14. csúcsok itt kisebbek, mint a lisztmintában. Jellegzetes a kenyérhéjnál a 2., 9. és 17. csúcs magas-sága, ami a kovász-okozta aromavátozást bizonyítja a kenyérhéjban.

A nyíllal megjelölt helyen ebben a kromatogramban új, jelentékeny nagy-ságú komponens-találunk – A-jelzésű csúcs –, mely a 13. komponens-csúcs



mennyiségi növekedésével együtt a kenyérhéj sütés alatt bekövetkező aromaváltozását jelzi.

Itt szeretném megjegyezni, hogy ez az A-jelzésű aromacsúcs a több napig  $-10^{\circ}\text{C}$ -os tárolótérben tartott kenyér héjának aromakivonatában sokkal kisebb.

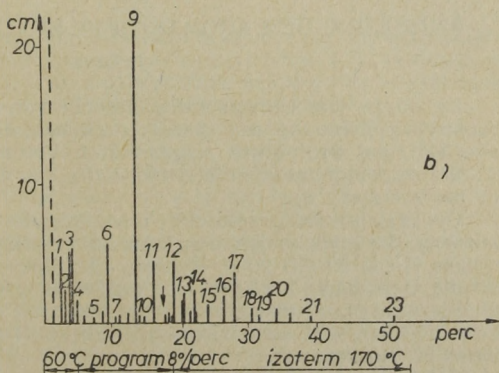
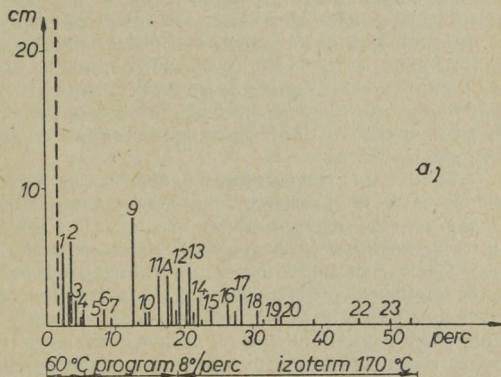
A friss kenyér bélzetének aromaképe némileg eltér a kenyérhéj aromakromatogramjától. A komponensek száma a kenyérbélnél 50. Sok aromacsúcs jelentékeny nagysága a kovász hatására utal, pl. a 6., 9. és 17. csúcsok. Más komponensek viszont kisebb mennyiségben találhatóak a kenyérbélben, mint a -héjban, pl. a 10. és a 13. csúcs. A nyíllal megjelölt helyen itt csak kis, jelentéktelen csúcsot találunk.

A kenyérhéj- és -bélminták aromakivonatának vonaldiagramos ábrázolása mindenben alátámasztja az előbb elmondottakat (4. ábra). A friss kenyérhéj ábráján a 2., 9. és 17. csúcs nagysága a kovász aromára, az A csúcs megjelenése és a 13. csúcs mennyiségi növekedése a sütés alatti aromaváltozásokra utal.

A kenyérbél vonaldiagramja a 3., 6., és legfőképpen a 9. csúcs jelentékeny magasságával tűnik ki. Itt az A-jelzésű csúcs hiányzik (lásd a nyíllal megjelölt helyet a kromatogramon).

Összefoglalóan elmondhatjuk, hogy a kidolgozott aromakivonási és gázkromatográfiai szétválasztási módszerünkkel jól követhető a liszt vizsgózel elválasztható aromaanyagainak a kenyérfélesztés alatt bekövetkező változásai. E változások egy része a kovászkészítésnél és érlelésnél az élesztő életműködésével, anyagcseretermékeinek felszaporodásával, egyéb enzimatisus folyamatokkal stb. kapcsolatosak, és különböző alkoholok és más vegyületek (pl. zsírsavak) képződésével járnak. Ilyen alkoholok pl. a modell-anyagokkal azonosított etanol és pentanol, a 2. és 9. csúcs a kromatogramokon. Másrészt néhány aromakomponens a kenyér sütése közben hőhatásra alakul ki, pl. az A-jelzésű csúcs a friss kenyér héjában.

Még egy megállapítást tehetünk a bemutatott kromatogramok alapján.



4. ábra.

a) Friss kenyérhéj és

b) Friss kenyérbél aromakivonatának 30 g szárazanyagra számított vonaldiagramja Ucon oszlopon.

Kísérleti körülmények és jelzések az 1. ábra szerint.

Az egyes lisztalapú minták között – liszt, kovász, kenyér – az aromakomponensek számában és mennyiségében lehetnek különbségek, de a kapott *aromakép* – a jellegzetes aromacsúcsok meghatározott időben és nagyságban történő megjelenése – kísérleti körülményeink között egyaránt jellemző minden lisztre és liszttartalmú mintára.

## ИЗМЕНЕНИЕ АРОМАТИЧЕСКИХ ВЕЩЕСТВ В ХЛЕБНЫХ ИЗДЕЛИЯХ

*Я. Кэви*

Автор разработал метод для выделения и газохроматографического разделения типичных ароматических компонентов муки, заквасок и образцов хлеба. Помощью этого метода возможно хорошо обнаружить в образцах имеющихся и водяной парой отделимых ароматических веществ. Газохроматографическое разделение аромаэкстрактов муки, заквасок, хлебной корки и мякиши можно осуществить и на нескольких неподвижных фазах (Ucon 50 HB 2000, Reoplex 400, силиконовое масло 550), но самым лучшим оказался на колонне Ucon. Сравнение хроматограмм осуществляется на так называемых рисунках откорректированных внутренними стандартами, а также на линейной диаграмме откорректированной тоже стандартом, по такому же расчёту сухого вещества.

Помощью газохроматографического определения ароматических веществ хорошо возможно наблюдать изменения аромавеществ в хлебных изделиях. Из пшеничной муки знака БЛ 80, аромаэкстракт которой содержит значительное количество компонентов, после изготовления закваски и брожения получают такие аромаэкстракты в которых заметны повышения количества некоторых аромакомпонентов. Содержание аромавеществ созревшей закваски во время выпечки хлеба изменяется: с одной стороны происходит уменьшение её количества, но в мякиши хлеба заметна типичность компонента, с другой стороны укомплектуется другими аромакомпонентами в корке хлеба.

## ÄNDERUNG DER AROMASTOFFE BEI DER BROTBEREITUNG

*J. Kevei*

Es wurde eine Untersuchungsmethode zur Extraktion und gaschromatographischen Trennung der charakteristischen Aromakomponenten der Mehl-, Sauerteig- und Brotproben ausgearbeitet. Vermittels des Verfahrens sind die mit Wasserdampf trennbaren Aromastoffe aus den angeführten Proben gleich gut nachweisbar.

Die gaschromatographische Trennung des Aromaextraktes von Mehl, Sauerteig, Brotrinde und -krume kann auf verschiedenen unbeweglichen Phasen erfolgen (Ucon 50 HB 2000, Reoplex 400, Silikonöl 550), am meisten aber hat sich die Ucon-Säule bewährt. Die Vergleichung der Chromatogramme erfolgte auf sogenannten mit innerem Standard korrigierten Abbildungen, bzw. auf identischen Trockensubstanz berechnetem, ebenfalls mit innerem Standard korrigierten Strichdiagramm.

Vermittels der gaschromatographischen Aromabestimmung können die im Laufe der Brotbereitung eintretenden Aromaänderungen gut verfolgt werden. Aus dem Weizenmehl BL 80, dessen Aromaauszug an und für sich schon viele Komponenten enthält, kann nach Sauerteigbereitung und Gärung ein solcher Aromaextrakt gewonnen werden, in welchem die Menge einiger Aromakomponenten bedeutend höher ist. Der Aromagehalt des reifen Sauerteiges weist im Laufe



des Brotbackens weitere Veränderungen auf: einerseits verringert er sich, kann jedoch aufgrund seiner charakteristischen Komponenten in der Brotkrume erkannt werden, andererseits wird er in der Brotrinde durch neuere Aromakomponenten ergänzt.

## CHANGES IN THE AROMA SUBSTANCES DURING BREAD PREPARATION

*J. Kevei*

A method of investigation was evolved for the extraction of the characteristic aroma constituents in samples of flour, leaven and bread, and for their separation by gas chromatography. By means of this procedure, the aroma substances separable by steam can be detected equally well in the mentioned types of samples. The separation by gas chromatography of the aroma extracted from flour, leaven, crumb and crust of bread can be carried out by several types of stable phases (Ucon 50 HB 2000, Reoplex 400, silicone oil 550). Of these, however, the Ucon column proved to be the best. Chromatograms were compared by means of graphs corrected with the use of so-called internal standards, and, respectively, by means of a line diagram calculated to identical dry matter and corrected similarly by a standard. On applying the determination of aroma substances by gas chromatography, the changes in aroma constituents which take place during bread preparation can be followed quite well. It was possible to obtain from wheat flour of type BL 80 (the aroma extract of which contains in itself quite a number of constituents) an aroma extract after leaven preparation and fermentation. In this aroma extract, the quantity of some aroma constituents showed a significant increase. The aroma content of ripened leaven undergoes further alterations during the baking of bread: in bread crumb, the quantity of aroma substances decreases though it can be easily detected on the basis of certain characteristic constituents. In bread crust, in turn, certain new aroma constituents appear.

## LES CHANGEMENTS EN AROMES EN PANIFICATION

*J. Kevei*

On a développé une méthode afin d'extraire et séparer par chromatographie en phase gazeuse les composants aromatiques caractéristiques de la farine, du levain et du pain. Les aromes séparés à vapeur d'eau peuvent être décelés également bien à partir des trois espèces d'échantillons énumérées.

La séparation par chromatographie en phase gazeuse des extraits des aromes de la farine, du levain ainsi que de la croûte et de la mie du pain peut s'effectuer sur de différentes phases stables (Ucon 50 HB 2000, Rheoplex 400, huile desilicone 550), mais la colonne d'Ucon s'est avérée la meilleure. On a comparé les chromatogrammes à l'aide des diagrammes corrigés d'après un standard intérieur ou bien des diagrammes également corrigés et mis en rapport avec la même valeur de matière sèche.

Les changements en aromes qui ont lieu au cours de la panification peuvent être convenablement suivis à l'aide de la détermination des aromes par chromatographie en phase gazeuse. Après la préparation du levain et après la fermentation de la farine de froment BL 80, dont l'extrait lui-même contient beaucoup de composants aromatiques, on a pu obtenir un extrait d'aromes dans lequel la quantité de quelques composants aromatiques a montré une augmentation notable. La teneur en aromes du levain mûr subit plusieurs changements au cours de la panification: d'une part, sa quantité diminue, mais reste pourtant reconnaissable dans la mie, à force de ses composants caractéristiques, d'autre part, elle se complète dans la croûte par de nouveaux composants.