

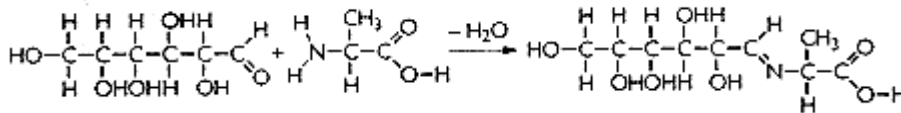
Két folyamat: a Maillard reakció és a karamellizáció által, a cukrok felelősek számos hőkezelt (sült, főtt) élelmiszer barna színének kialakulásáért. A kekszekhez és a pirítóshoz hasonló sütőipari termékek aranybarna kérge a Maillard reakciónak köszönhető, amely hő hatására játszódik le cukrok (túnyomórészt glükóz és fruktóz) és aminosavak (fehérjék) között. A karamellizáció során a cukrok (főként szacharóz, glükóz és fruktóz) hő hatására lebomlanak, miközben a színért és ízért felelős új molekulák keletkeznek, pl. olyan termékekben, mint a karamell öntetben, a karamellizált gyümölcsökben és édességekben.

Barnára sülve

chemonet.hu

Miért barnul meg az étel főzés közben?

Sok folyamat játszódik le, ezek közül a legfontosabb a Maillard-reakció. Ennek során szénhidrátok és aminosavak reagálnak (I. egyenlet), és első lépésként vizet adnak le. A reakció végeredményeként számos termék keletkezik. A barna színt nagy molekulák idézik elő, szerkezetüket azonban nem mindig ismerjük. A kenyér héja is a Maillard-reakció miatt barnul meg. Az ízeket és illatokat kisebb molekulák keltik.



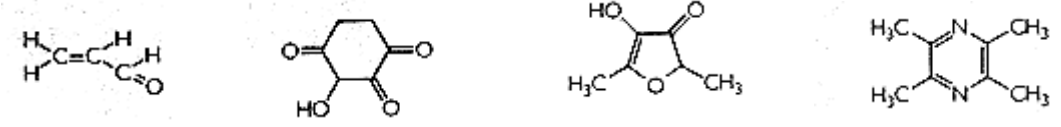
(I) A Maillard-reakció

Miért a frissen sült kenyér a legillatosabb?

A friss kenyér meleg, és magasabb hőmérsékleten több "illatos" molekula párolog el. Idővel – különösen akkor, ha a kenyeret fel is szeleteljük – a molekulák eltávoznak.

Milyen molekuláktól származik az illat?

Sok különböző molekulától. Például aldehidektől és pirazinoktól. A pirazinoknak köszönhető a pörkölt földimogyoró és a csokoládé illata is.



Az akrolein, az acetil-formoin, a 4-hidroxi-2,5-dimetil-3-furanon és a 2,3,5,6-tetrametil-pirazin képlete

Máshol is fontos szerepet játszanak a Maillard-reakciók?

Igen, sörfőzéskor – amikor a cukor az aminosavakkal reagál – annál sötétebb lesz a szín, minél tovább melegítik a folyadékot. A kávé pörkölésekor Maillard-reakció játszódik le.

Milyen reakciók keltenek még barna színt?

A hevített cukor is megbarnul. Ilyenkor karamell képződik. Hasonló folyamat miatt barnul meg a pirítósa. A Maillard-reakcióhoz hasonlóan a barna szín ilyenkor is polimerizáció eredménye. Az "égett" szagot kis molekulák okozzák. A nyárson sült illatát például az akrolein idézi elő. Akrolein akkor képződik, amikor a zsírok propán-1,2,3-triolóval bomlanak le, majd vizet veszítenek. A karamell íze az

acetil-formiontól és a 4-hidroxi-2,5-dimetil-3-furanontól származik.

Barnulás és finom illatok: Maillard-reakció

Szerző: [Jéki László](#)

Szoktak-e hússütés közben Louis-Camille Maillardra gondolni? Bizonyára nem, pedig megérdemelné. Ő írta le először azokat a kémiai reakciókat, amelyeknek köszönhetően pompás illatokat árasztó barna réteg alakul ki a gyorsan sült hús felületén.

Az 1878 és 1936 között élt francia Maillard neves biokémikus volt, az orvosi akadémia levelező tagja, a becsületrend lovagja. Természetesen nem gasztronómiai kutatásokkal foglalkozott, hanem a sejtek működését tanulmányozta. Arra volt kíváncsi, hogy az élőlények hogyan építik fel a fehérjéket kisebb egységekből, az aminosavakból. Felismerte, hogy az élő sejtekben kémiai reakciók zajlanak az aminosavak és a cukrok között. A két anyagot együtt melegítve az oldat lassan megbarnult. Kereste azt a vegyületet, amelynek a színváltozás köszönhető. Megállapította, hogy a molekula vízben nem oldódik, tehát valószínűleg jó nagy és nitrogént tartalmaz, amely az aminosavakból származik. Tehát nem a cukor jólismert barnulása, a karamellizáció játszódott le, az ugyanis nem tartalmaz nitrogént, egyébként is, csak sokkal magasabb hőmérsékleten megy végbe. Felfedezését 1911-12-ben tette közzé. Tanulmánya nem keltett különösebb érdeklődést, elveszett a szakkikkek már akkor is jókora halmazában.

Évekkel halála után, csak az 1940-es években ismerték fel Maillard eredményeinek jelentőségét. Az általa felfedezett kémiai reakcióféleséget azóta Maillard-reakció néven említik a szakirodalomban. A témakör kiterjedt voltát mutatja, hogy néhány éve vastag könyvnyi monográfiában tudták csak összefoglalni a legfontosabb ismereteket. Nemzetközi szimpóziumsorozatot rendeznek a Maillard-reakciókról, a hetediket Japánban tartották 2001-ben.

A Maillard-reakció előtérbe kerülése a kosztjukra panaszkodó amerikai katonáknak volt köszönhető. A II. világháborúban a Csendes-óceán trópusi vidékein szolgáló katonák figyeltek fel arra, hogy a tojáspor megbarnult és kellemetlen ízűvé vált. A katonai vezetés laboratóriumokat bízott meg a panaszok kivizsgálásával. Kiderült, hogy a szárított élelmiszerben levő cukrok és aminosavak reakcióba léptek egymással, ez idézte elő a barnulást. A magyarázat mellett megoldást is találtak a problémára: a tojásból a porítás előtt eltávolították a benne levő kevés cukrot. Ezt követően sokhelyütt kezdtek azzal foglalkozni, hogyan lehetne megelőzni, megakadályozni a barnulási folyamatokat. Később felismerték, hogy a Maillard-reakció felelős sokféle ízanyag kialakulásáért is. Innen már rövid volt az út az ízanyagok mesterséges előállításához, elsőként a juharszirupíz szintetikus gyártását oldották meg. Az ízkutatás meglepő eredményhez vezetett: mai ismereteink szerint legalább tízezer különféle molekula felelős az ízekért. Természetesen nem egyszerre kell megbírkoznunk velük, egy átlagos főtt ételben „csak” 300-800 molekula rejtőzik az ízek mögött. (A nyers alapanyagok közül ezzel az ízgazdagsággal csak egyes érett gyümölcsök tudnak versenyezni, az eperben 300-nál többféle izmolekulát azonosítottak.)

Ideje lenne közölni a Maillard-reakció egyenletét, a folyamatban részt vevő vegyületek képletét. Ez azonban ezúttal elmarad. Nem az olvasók iránti kíméletből, hanem azért, mert a Maillard-reakció megnevezés mögött nem egyetlen, néhány szereplős kémiai reakció rejtőzik, hanem reakciók sokasága. Elégedjünk meg annyival, hogy az aminosavak és cukrok egymásra való reagálása vízleadással kezdődik. Nagy, összetett molekula alakul ki, amely többféleképpen átrendezi saját magát, ezt hívják Amadori-átrendeződésnek, majd darabokra esik szét. A darabok további átalakulásokon mennek át, ha tart még a melegítés. A reakciótermékek száma óriási, jó néhányat nem is ismerünk még közülük. A végtermékek között kisebb és nagyobb molekulák egyaránt előfordulnak. A nagyoknak köszönhető a

barna szín, a barna színt adó pigmentek molekuláinak melanoid az összefoglaló neve. Nagyrésztük szerkezetének feltárása is még előttünk áll. A kisebb molekuláknak köszönhetjük az ízeket és az illatokat. (Nem tudunk ellenállni a kísértésnek. Képletek helyett álljon itt egyetlen mondat egy szakirodalmi összefoglalóból: „A reakció során első lépésként az amin a karbonilcsoportra addicionálódik, majd vízkilépéssel imin, ezt követően ciklizálódással glikozil-amin képződik.” Bocsánat.) A Maillard-reakció soklépéses, változatos lezajlása után a végeredményben a molekulák nagyobb hányada a barnulásban megjelenő pigment, kisebb hányada az ízekért felelős kisebb molekula.

A reakciókban szerepet játszó molekulák eredetileg a hús sejtjeiben rejtőztek. A sütés során a hőmérséklet emelkedésével a hús folyadékot veszít. A víz azonnal elpárolog, a fehérjék, aminosavak és cukrok pedig ottmaradnak a felszínen és Maillard-reakciókba lépnek egymással.

Barnulással és finom illatokkal járó Maillard-reakciók nem csak a hússütést kísérik. Ilyen reakciók adják a kenyér héjának barna színét is, fontos szerepet játszanak a sörfőzésben és a kávépörkölésben is. Hússütés közben kb. 140 Celsius-foknál indulnak be a Maillard-reakciók. Sörfőzésnél is aminosavakkal reagálnak a cukrok, a barnás szín annál sötétebb lesz, minél tovább melegítik a folyadékot.

A hőmérséklet változtatásával befolyásolni lehet a Maillard-reakció lefolyásának a gyorsaságát. 10 fok hőmérsékletemelkedés 2-3-szorosára gyorsíthatja a reakciósebességet. Hosszú idejű tárolás alatt a Maillard-reakció már szobahőmérsékleten is beindulhat. A legjobb barna söröknél a maláta lassú, természetes barnulásával kapják a barna színt. Gyorsabb megoldásnál a malátapörkölés magasabb hőmérsékleten végbemenő Maillard-reakciói adják a barnaságot, de ez nemkívánatos ízanyagok megjelenésével is járhat.

A Maillard-reakció végeredménye függ a hőmérséklettől, a kémhatástól és az alapanyagok koncentrációjától. Laboratóriumi kísérletekben a konyhai feltételektől távoleső variációt is kipróbáltak. 600 megapascal nyomáson például lugos kémhatású vizes oldatban színesebb lett a Maillard-reakció végeredménye, mint normál körülmények között. Savas kémhatású oldatnál viszont a fordítottja történik, kevesebb színt kapunk. 600 megapascal nyomáson az ízanyagokból is jóval kevesebb keletkezik. Jó, hogy így van, mert bajban lennénk, ha a gazdag ízek előállításáért 600 megapascalon akarnánk főzni. A 600 megapascal ugyanis a normál légköri nyomás hatezerszerese!

Fánkot kelesztünk

Szerző: [Jéki László](#) · 2009. szeptember 11.

A fánk története a középkorra nyúlik vissza. Felfedezése, mint a legtöbb étéké, a véletlennek köszönhető. Állítólag egy bécsi pék özvegye valakinek a fejéhez akart vágni egy darab kenyértésztát, de az célt és irányt tévesztve véletlenül olyan lábasba esett bele, melyben éppen zsír forrt. A történet igaza persze nehezen lenne ma már bizonyítható.

A fánk készítése közben kétszer is adódik félórányi szabadidő, míg a tésztát egyben, illetve már fánk formára kiszaggatva kelesztjük. Ezalatt végiggondolhatjuk, mitől és hogyan lesz a lisztből, tejből, élesztőből és a többi alapanyagból ízes fánk. A terjedelem szabta korlátok miatt csak a „fánkká válás” legalapvetőbb részét mutatjuk be vázlatosan. A téma kifejtésének az is komoly korlátot szab, hogy egy sor kérdésre nem is tudjuk az egyértelmű választ.

Történetünk egyik főszereplője a fehérjékből álló siker. A liszt sokféle fehérjét tartalmaz, közülük elsősorban a glutenin és a gliadin képes hálószerű szerkezetbe, ún. sikerhálóba összeállni. A dagasztás, a tészta megdolgozása során kialakuló szerkezet fogadja magába az élesztő hatására felszabaduló széndioxid gázt, így lesz szépen kelt, magas a tészta. A tésztának két feltételt kell teljesítenie: legyen

képlékeny és ugyanakkor rugalmas is. Ha teljesen képlékeny lenne, akkor a gáz a belsejéből elvándorolna a felszínre és elszökne, az eredmény lapos, keletlen tészta. Ha csak rugalmas lenne, akkor mindössze néhány óriásbuborék fogadná magába a gázt, nem pedig sok parányi, egyenletesen eloszló buborék. A sikér anyagokból kiépülő háló teljesíti ezeket a feltételeket, egyszerre képlékeny és rugalmas. Ennek megértéséhez azonban még mélyebbre kell hatolnunk az anyagszerkezet feltárásában.

A gliadin és a glutenin hosszú láncokat alkot, a gliadin rendszerint néhány ezer atomból áll, a glutenin láncában akár milliónyi atom is található. A molekulát első közelítésben sok ezer szemből álló gyöngysornak is elképzelhetjük, az atomok a lánc gyöngyszemei. A magára hagyott molekula az asztalra letett hosszú gyöngyhöz hasonlóan össze-vissza kunkorodik, a feltekeredő lánc többször érinti saját magát. A fehérjemolekulák persze bonyolultabbak a felfűzött gyöngyöknél, ugyanis a láncból itt-ott kisebb oldalágak is kinyúlnak. Ezek a nyúlványok kötést hoznak létre a molekula egymással érintkező szakaszai között, vagyis egyetlen hosszú molekulából egy belső kötésekkel rögzített kusza csomó lesz. A csomó belsejében szabadon maradó térrészeket vízmolekulák töltik ki. Az egymás melletti molekulagubancok egymáshoz is hozzákötődnek, a sok kis gubancból egy nagy áll össze. Ilyen a sikér a lisztben, mielőtt kezelésbe vesszük.

Az első lépés: vizet (tej) adunk a lisztbe. A víz hatására felbomlanak azok a kötések, melyek a gliadin vagy glutenin molekulacsomón belül a lánc érintkező szakaszai között létrejöttek, a csomóból most már ki lehet bontani a láncot. A víz hatására az egyes láncok is elválnak egymástól, majd a gubancból kiszabadult hosszú láncok teljesen véletlenszerű irányokat vesznek fel a vízben. Ahogy ezt a híg masszát keverni kezdjük, úgy kezd kialakulni a rend. A dagasztás is ezt a molekuláris rendeződést szolgálja. A láncmolekulák egymással párhuzamosan, de egymást keresztezve, átszöve rendeződnek el. A szálak „szóttessé” állnak össze, méghozzá három dimenzióban. A szálak azonban nem válnak teljesen egyenessé, továbbra is maradnak bennük itt-ott kunkorok, görbületek, ezeken a helyeken fennmaradnak az egyetlen molekulán belüli és a molekulák közötti kötések. Ezek biztosítják a massa rugalmasságát, nyújtáskor a kunkorkötések felszakadnak, a szálak kiegyenesednek, a tészta megnyúlik. Ahogy magára hagyjuk a tésztát, a kötések újra létrejönnek, rugalmasan visszaáll az előzőhöz hasonló állapot. A kétféle fehérjemolekula egyébként nem pontosan azonos szerepet játszik, a rugalmas nyúlásban például a hosszabb glutenin molekulák szerepe a döntő.

A dagasztás során sok levegő is kerül a tésztába. A tésztába kevert vaj vízhatlanná teszi a fehérjemolekulákat, vagyis lassítja a háló kialakulását, a cukor pedig magához köti a vizet, amit a sikértartalom felszabadítására szántunk. Ezért kell alaposabban és hosszabb ideig dagasztani az édes tésztákat, mint a kenyértésztát.

Ezzel készen van a sikér-háló, az üregeket pedig a kelesztés során betölti, majd egyre tágítja az a széndioxid gáz, mely az élesztő hatására átalakuló cukrokból szabadul fel. A kelesztés idején a tészta térfogata a duplájára nő meg, a glutenin molekulák rugalmasságuk határáig, maximális mértékben megnyúlnak. A második dagasztás, finom átgyúrás során megszüntetjük a glutenin molekulák feszességét, a felesleges széndioxid kipréselődik a tésztából, kisebbek lesznek a gázbuborékok. Újra friss táplálékhoz jut az élesztő, egyenletesebb lesz a tésztában a hőmérséklet-eloszlás. Ezután a kiszaggatott tésztát ismét kelni hagyjuk.

Itt kellene abbahagyni a történések elemzését, mert ezen a ponton még azt hiheti az ember, hogy érti a megdolgozott tésztában zajló folyamatokat. Érti például, hogy miért ajánlanak a receptek magas fehérjetartalmú, magas sikértartalmú lisztet. Értjük azt is, hogyan lehet – itt most nem részletezett módon – elrontani a tésztát, néhány kénatom hogyan szünteti meg a molekula és ezzel a tészta rugalmasságát...

Nem foglalkoztunk a fánktészta több fontos összetevőjével, de már így is eléggé bonyolult a kép. Egyetlen adalékanyag, a só példáján mutatjuk meg, hogy milyen hatása lehet annak, ha nem

követjük az évszázadok alatt kialakult receptúrák utasításait. A só természetesen szerepet kap az ízhatásban, de közvetlenül hat a folyamat két főszereplőjére, az élesztőre és a glutenin molekulákra is. Túl sok só gátolja az élesztő baktériumok működését, tehát kevés lesz a szén-dioxid gáz, sűrű és lapos lesz a tészta. A só képes erős kötésekkel hozzákapcsolódni a hosszú fehérjemolekulák oldalához, emiatt azok kevésbé mozgékonyá válnak, a tészta emiatt is sűrűbb, nehezebb lesz. Ellenkező hatása is van azonban a sónak, meggátolja, hogy a glutenin ragacsos, gázmegkötésre alkalmatlan masszává álljon össze. Ezt azzal éri el, hogy gátolja a lisztben lévő fehérjebontó enzimek működését.