

Az amilázok szerepe a sütőipari technológiában és az alfaamiláz aktivitás mérése*

S Z I L L I M Á R T A

Sütőipari Kutató Intézet, Budapest

Érkezett: 1972, szeptember 22.

A liszt legfontosabb jellemzője az ún. „sütőipari érték”. A liszt sütőképessége bonyolult komplex fogalom, melyen különböző lisztjellemzők összességét értjük, mint pl.

- a lisztből kialakuló tészta reológiai tulajdonságait,
- sikértulajdonságokat,
- enzimes tulajdonságokat stb.

Ezért egyetlen minőségi kritérium meghatározásával a lisztminősítés gyakorlatilag megoldhatatlan feladat.

A liszt sütőipari feldolgozásakor különböző fizikai, kémiai, biológiai folyamatok játszódnak le a tésztában, melyeket jelentős mértékben a liszt enzimszerei irányítanak.

A gabonaszemben számos enzim van jelen, igen eltérő aktivitással. A sütőipari technológia szempontjából az amilázok a liszt enzimek legfontosabb képviselői. A hatásukra végbemenő átalakulások döntően befolyásolják a késztermék minőségét.

A gabona, az állati szervezetekkel ellentétben, kétféle, alfa- és bétaamilázt tartalmaz. A bétaamiláz a gabonaszemben mindig kimutatható, aktív állapotban van, míg alfaamiláz aktivitás a korábbi vizsgálatok szerint, csak a csírázásnak indult gabonaszemben mérhető. Az újabb kutatások szerint azonban megállapították, hogy a csírázatlan gabona is tartalmaz bizonyos mennyiségű aktív alfaamilázt. Ezen alfaamiláz fizikai-kémiai tulajdonságai azonban eltérnek a csírázott szemből származó alfaamilázétól.

Az alfa- és bétaamiláz néhány jellemzőjét az 1. táblázatban foglaltam össze.

Látható, hogy a két enzim működésének optimális feltételei eltérőek, szükség szerinti szerepük a sütőipari technológiában is különböző.

Az amilázok működése szempontjából a technológiai folyamatot két nagy szakaszra lehet szétválasztani:

- a tészta érlelése és kelesztése,
- valamint a sütés

szakaszára.

A tészta érlelése és kelesztése alatt az amilázok feladata az, hogy a keményítő lebontása révén erjeszhető cukrot biztosítsanak az élesztős tésztaláztatáshoz. Az élesztők a cukrot tovább bontva CO_2 -ra és alkoholra, a tésztaláztatáshoz szükséges

* 1972. június 23-án, a KÉKI tudományos kollokviumán elhangzott előadás (Szerk.).

Az alfa- és betaamiláz néhány jellemző adata

Jellemzők	Alfaamiláz	Betaamiláz
Hőmérséklet optimum	60–66 °C	48–51 °C
Inaktiválási hőmérséklet	80 °C felett	60 °C körül
pH optimum	4,7–4,8	5,3
Inaktiválási pH érték	3,6	2,6

gáztermelést végzik. Ebben a szakaszban elsősorban a bétaamiláznak van jelentős szerepe. Ahhoz azonban, hogy a tészta gáztermelő képessége kielégítő legyen csekély mennyiségű alfaamiláz jelenléte igen kedvező, mert a hatására keletkező dextrineknél több láncvég áll a bétaamiláz rendelkezésére. Lényegében elmondható, hogy az alfaamiláz hatása a bétaamilázt aktiválja.

A gabona általában a szükséges mennyiségű bétaamilázt tartalmazza. Ennek ellenére a lisztek gáztermelő képessége nem mindig kielégítő, aminek oka lehet az alfaamiláz hiánya, vagy a keményítő ellenállóképessége, mely a keményítőszem sérültséggel is összefüggésben van.

A megfelelő gáztermelést azonban viszonylag egyszerűen lehet biztosítani cukor adagolással, vagy különböző enzimek készítmények felhasználásával. Ugyanakkor a nagyobb gáztermelő képesség, ha az nem túlzott mértékű alfaamiláz aktivitással párosult, technológiai szempontból nem káros.

Az érlelés és kelesztés szakaszában fontosabb szerepet játszó bétaamiláz esetében tehát „túlzott” káros mértékű aktivitással nem kell számolni.

A sütőipari technológia másik fontos szakaszában a *sütés* ideje alatt, a tésztában a hőmérséklet emelkedés hatására különböző folyamatok mennek végbe. Többek között:

50–60 °C közt a bétaamiláz fokozatosan inaktiválódik,

60 °C felett a fehérjék denaturálódnak, a sikkéfehérjék denaturálódása következtében felszabaduló vizet a fokozatosan elcsirizedő keményítő köti meg. Az 1. táblázatban látható, hogy az alfaamiláz inaktivitási hőmérséklete 80 °C felett van. Ezért a sütés azon szakaszának, mely alatt a termék bélzete a 60–80 °C közötti hőmérséklet intervallumon áthalad, döntő hatása van a késztermék minőségére.

A kritikus hőmérséklet intervallumban az elcsirizedett keményítőt az alfaamiláz fokozottabban bontja. A keményítő lebontásakor keletkező termékek pl. dextrinek vízmegkötő képessége lényegesen kisebb, mint a keményítőé. Nagy alfaamiláz aktivitás esetén a keményítőlebontás oly nagy mértékű lehet, hogy a fehérjék denaturálódásakor szabadabbá váló vizet a keményítő és bomlás-termékei teljes mértékben megkötni nem tudják. A termék bélzete ragacos lesz, fogyasztásra nem alkalmas.

A káros mértékű alfaamiláz aktivitás csökkentése igen nehéz feladat. A gyakorlatban a szokásosnál savanyúbb tésztavezetéssel részben eredményt lehet elérni, ami az alfaamiláz pH érzékenységevel magyarázható.

Ahhoz tehát, hogy a liszt sütőipari értékéről képet kapjunk, elengedhetetlen a liszt amidázaktivitásának megállapítása. Az amidázok sütőipari technológiai folyamatokban betöltött szerepéből következik, hogy elsősorban az alfaamiláz aktivitást kell ellenőrizni a feldolgozásra kerülő liszteknel.

A hazánkban jelenleg érvényben levő liszt szabvány a liszt enzimes állapotára vonatkozóan semmiféle kritériumot nem tartalmaz. (Jelen esetben, ha enzimes állapotról beszélünk, az amilolites állapotra gondolunk.) Ezért volt feladatunk, hogy az „Élelmiszeripari nyersanyagok objektív minősítési és átvételi rendszereinek kiszélesítése és továbbfejlesztése” című kutatási célprogram keretében általános hazai bevezetésre alkalmas vizsgálati módszert válasszunk ki és javaslatot tegyünk minőségi határértékekre.

Az amilázok aktivitásának meghatározására igen sok módszert dolgoztak ki, melyek a módszerek elve alapján 3 nagy csoportba sorolhatók:

- az amilázok hatására keletkezett cukor mennyiségének meghatározására,
- a jód-keményítő színreakción alapuló eljárásokra és a
- viszkozimetriás módszerekre.

A *cukor mennyiségének* meghatározását elsősorban a *bétaamiláz aktivitás* mérésére használják. A legismertebb módszer *Ritter* által leírt ún. *maltózsám* meghatározás. A túl magas maltózsámból (2,6 felett) azonban csírázottságra is lehet következtetni, az alfa- és bétaamiláz közötti kölcsönhatás alapján.

Az *alfaamiláz aktivitás* kimutatására mind a *jód-keményítő színreakción* alapuló, mind a *viszkozimetriás* eljárások alkalmasak.

A kérdés csak az, hogy a sütőipari technológia számára mely módszer szolgált jobb felvilágosítást az enzimes állapotról.

Az irodalomból ismert valamennyi módszer kipróbálása és összehasonlítása nem állt módunkban. A módszerek kiválasztásakor a következő szempontokat vettük figyelembe:

- a meghatározás viszonylag egyszerű és gyors,
- jól reprodukálható,
- objektív legyen.

Mivel általános törekvés a világban mindenhol, hogy a minőségi jellemzők meghatározására nemzetközileg összehangolt és pontosan rögzített módszereket használjanak, ezért az összehasonlításra kerülő eljárások kiválasztásánál azt is figyelembe vettük, hogy a meghatározás nemzetközileg ismert és elfogadott legyen.

Végeredményben három módszerrel foglalkoztunk részletesebben:

- az amilográfus vizsgálattal (ICC szabványtervezet),
- a Hagberg-féle esési szám meghatározással (ICC 107 szabvány),
- kolorimetriás módszer (ICC 108 szabvány).

Mindhárom módszer közismert. Az amilográfus és Hagberg-módszer a viszkozimetriás eljárások közé tartozik, a kolorimetriás ICC módszer a jód-keményítő színreakción alapul.

Annak megállapítására, hogy melyik módszert javasoljuk általános hazai bevezetésre az alfaamiláz aktivitás meghatározására, összehasonlítottuk a három vizsgálattal kapott eredményeket.

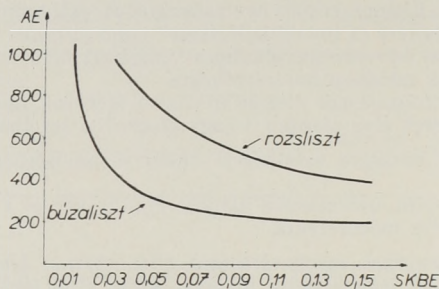
Összehasonlítási alapként a kolorimetriás ICC módszert választottuk, mivel ez az eljárás a tényleges amiláz aktivitást szolgáltatja.

A vizsgálatokhoz az ország egész területéről szereztünk lisztmintákat.

A három módszerrel kapott értékek közti összefüggéseket a következő ábrák mutatják be.

Az 1. ábrán a lisztek amilogram maximumát ábrázoltuk az SKB egységben kifejezett amiláz aktivitás függvényében. Látható, hogy a két érték közötti összefüggés nem lineáris, továbbá, hogy a búza és rozslisztek esetében az összefüggés különböző. A búza és rozs eltérő viselkedése a két keményítő fajta eltérő tulajdonságainak következménye.

Az amilogram maximuma és az SKB egységben kifejezett amilázaktivitás közötti összefüggés



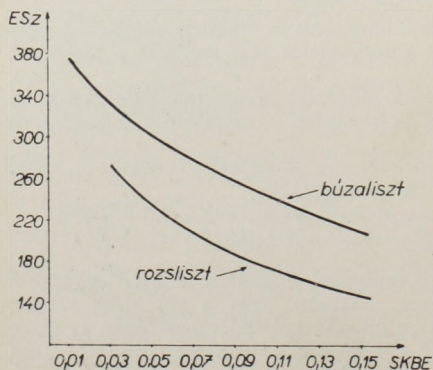
1. ábra

A 2. ábrán a Hagberg-féle esési szám értékeit tüntettük fel az SKB egységben kifejezett amiláz aktivitás függvényében. Hasonlóan az 1. ábrához az eredmények azt mutatták, hogy a liszt esési száma és az SKB egységben megadott alfaamiláz aktivitás közt az összefüggés nem lineáris. A búza és rozsminták elkülönülése ez esetben is egyértelmű.

A Hagberg-féle esési számból számítható diasztatikus szám és az alfaamiláz aktivitás közt a kapcsolat azonban lineárisnak adódott. Eredményeink helyességét irodalmi adatok is megerősítik. A 3. ábrán a diasztatikus szám és az SKB egység közti összefüggés látható. Ez a tény az általános bevezetésre javasolt módszer kiválasztásakor a Hagberg-módszer javára határozott előnyt jelentett.

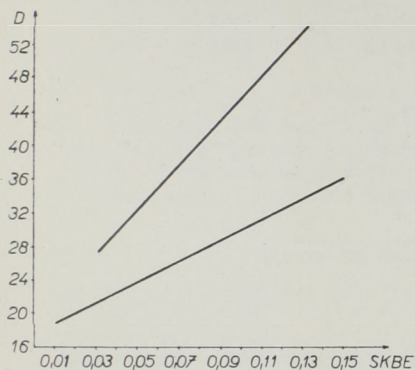
Mint már említettem a liszt szabvány semmiféle minőségi követelményt nem ír elő az enzimikus állapotra vonatkozóan, vitás esetekben jelenleg nem hivatalosan ugyan, az amilográfus vizsgálatot tekintik döntő vizsgálatnak.

A Hagberg-féle esési szám és az SKB egységben kifejezett amilázaktivitás közötti összefüggés



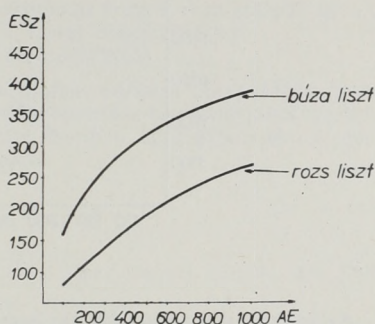
2. ábra

A diasztatikusszám és az SKB egységben kifejezett amilázaktivitás közötti összefüggés



3. ábra

Az amilogram maximuma és az esési szám közötti összefüggés



4. ábra

Ezért szükségesnek véltük a Hagberg-féle esési szám és az amilográfus vizsgálat közti összefüggés meghatározását is.

A 4. ábra az amilogram és az esési szám közötti kapcsolatot mutatja. Itt is határozottan elkülönülnek a búza- és rozslisztek vizsgálati eredményei. A rozskeményítő könnyebb lebonthatóságának következménye, hogy a rozslisztek esetében adott amilogram maximum értékhez mindig kisebb esési szám tartozik, mint a búzalisztnél. Nagyszámú mintával elvégzett vizsgálatok eredményei alapján a két módszer között szoros kapcsolat van.

Az összehasonlító vizsgálatok eredménye alapján a Hagberg-féle esési szám meghatározási módszer általános hazai bevezetését javasoltuk a lisztek alfaamiláz aktivitásának megállapítására, mert:

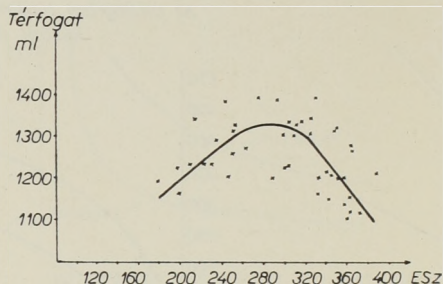
- a mérési körülmények jól követik a sütés közbeni feltételeket,
- a meghatározás gyors, egyszerű, objektív, az eredmények reprodukálhatók. A módszer hibája átlagos tulajdonságú liszteknel $\pm 5\%$.
- az esési számból számítható diasztatikus szám és a tényleges alfaamiláz aktivitás közti összefüggés lineáris,
- jó korrelációban van az amilográfus vizsgálattal és annál lényegesen gyorsabb,
- a gabona minősítésére is alkalmas.

Az amiláz aktivitás mérésére szolgáló módszer kiválasztása után megvizsgáltuk, milyen összefüggés van az esési szám és a liszt sütőipari értékét meghatározó egyéb lisztjellemzők közt.

Ezért meghatároztuk a lisztminták enzimes tulajdonsága mellett a

- siker mennyiségét és területekénységét,
- a farinográfus értékszámát,
- a liszt gáztermelőképességét,
- a laboratóriumi sütéspróbával készített cipó térfogatát és alaki hányadosát.

A próbacipó térfogata és az esési szám közötti összefüggés (BL55 búzaliszt)



5. ábra

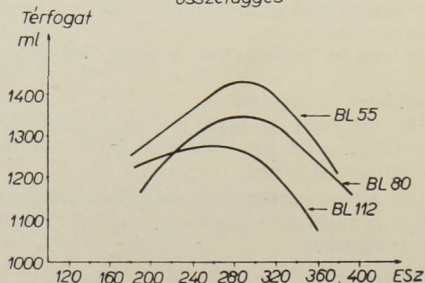
Az eredmények azt mutatták, hogy a sikér mennyisége és minősége, valamint az esési szám között nincs egyértelmű összefüggés.

A farinográfus minőségi értékszám és az esési szám közt a kapcsolat igen laza. Az eredmények a várakozásnak megfeleltek, mivel ezek a vizsgálatok a liszt más tulajdonságairól adnak felvilágosítást.

A gáztermelőképeség és az esési szám között egyértelmű összefüggés van, a kapcsolat azonban nem lineáris.

A nagyszámú vizsgálati eredmények határozott összefüggést mutatnak a liszt esési száma és a próbacipó térfogata között. Az 5. ábrán a BL55-ös típusú lisztekre kapott értékeket tüntettük fel. A terméktérfogatot az esési szám függvényében ábrázolva maximumos görbét kaptunk. Hasonló az eredmény a BL 80 és BL 112-es liszteknel is, ezt mutatom be a 6. ábrán. A legnagyobb térfogatú termékeket általában 250–330 esési szám közötti liszteknel mértünk. Az értékek jól egyeznek a gyakorlati tapasztalattal, mely szerint mind a túl alacsony, mind a túl magas amiláz aktivitás a sütőipari technológia szempontjából kedvezőtlen.

Különböző típusú búzalisztból készült próbacipók térfogata és az esési szám közötti összefüggés



6. ábra

A vizsgálatok és a próbasütések eredményei alapján tettünk javaslatot az amiláz aktivitásra vonatkozó minőségi határértékekre. A javasolt határértékek:

búzaliszt	rozsliszt	
350 felett	200 felett	enzim szegény
250 – 350 közt	140 – 200 közt	optimális minőségű
200 – 250 közt	100 – 140 közt	csökkent értékű, csak erősebb savanyítással dolgozható fel
200 alatt	100 alatt	nem megfelelő

Végül meg kell jegyezni, hogy a lisztek enzimes állapotának pontos ismerete a megfelelő sütőipari technológia kiválasztása szempontjából rendkívül fontos. Az enzimes tulajdonságok ismerete azonban önmagában nem elegendő a lisztek sütőipari értékének megállapítására.

I R O D A L O M

- (1) *Becker, E.*: Getreide und Mehl, 27, 4, 27, 1971.
- (2) *Hagberg, S.*: A Rapid Method for Determining Alpha-Amylase Activity. *Cer. Chem.*, 37, 218, 1960.
- (3) *Perten, H.*: Brot und Gebäck, 18, 181, 1964.
- (4) *Schneeweiss, R.*, *Hermes, H.*: IGV-Mitteilungen, 1, 2, 35, 1965.
- (5) *Schneeweiss, R.*, *Hermes, H.*: IGV-Mitteilungen, 1, 3, 65, 1965.
- (6) *Tunger, L.*, *Heckel, R.*, *Ehrardt, V.*, *Siebert, H. J.*: Ernährungsforschung, 14, 2, 93, 1969.

РОЛЬ АМИЛАЗОВ В ХЛЕБОПЕКАРНОЙ ТЕХНОЛОГИИ И ИЗМЕРЕНИЕ АКТИВНОСТИ АЛЬФА-АМИЛАЗЫ

М. Силли

Автор при исследованиях амилолитического состояния образцов муки применял три разные методы определения: колориметрический метод „ICC”, определение числа падения по Харгбергу и амилографический метод испытания. При оценке результатов измерения автор для основы сравнения избрал колориметрический метод. Результаты разработал также и помощью математическо-статистического метода. На основании оценки предлагает, для всеобщего отечественного внедрения, метод основывающийся на определении числа падения по Харгбергу. Исследовал взаимную связь между активностью амилазы выраженной числом падения и характерными свойствами муки определяющих хлебопекарное значение муки.

На основании числа падения по Харгбергу автор зачислил муку в качественные категории.

DIE ROLLE DER AMYLASEN IN DER BACKINDUSTRIELLEN TECHNOLOGIE UND MESSUNG DER α -AMYLASEN-AKTIVITÄT

М. Szilli

Verfasserin kontrollierte den amylolytischen Zustand von Mehlproben mit drei verschiedenen Methoden: der kolorimetrischen ICC-Methode, der Bestimmung der Hagberg'schen Fallzahl und der amylolytischen Untersuchung. Bei der Bewertung der Messungsergebnisse wählte sie als Vergleichsmethode das kolometrische Verfahren. Die Ergebnisse wurden auch mathematische-statistisch ausgewertet. Aufgrund der Resultate empfiehlt die Verfasserin die

Hagenberg'sche Fallzahl-Methode zur allgemeinen inländischen Einführung. Es wurden die Zusammenhänge zwischen der durch die Fallzahl ausgedrückten Amylasenaktivität und dem backindustriellen Wert der des Mehls bestimmenden Mehlarakteristika untersucht.

Aufgrund der Hagberg'schen Fallzahl wurden die Mehle in Qualitätsgruppen eingereiht.

ROLE OF AMYLASES IN THE TECHNIQUE OF THE BAKING INDUSTRY AND MEASUREMENT OF THE ALPHA-AMYLASE ACTIVITY

M. Szilli

The amylolytic state of flour samples was checked by three different methods: by the colorimetric ICC method, by the determination of the fall number according to Hagberg, and by amylographic investigation. At the evaluation of the data of measurements the colorimetric method was chosen as basis for comparison. The results were processed also by mathematical statistical methods. On the basis of the evaluation the introduction of the fall number according to Hagberg as a general method for use in Hungary is suggested. The correlations between amylase activity expressed by the fall number and the flour characteristics determining the bakery value of flour were examined. The flour were classified in quality groupe according to the fall numbers according to Hagberg.

LE RÔLE DES AMYLASES DANS LA TECHNOLOGIE BOULANGÈRE ET LE DOSAGE DE L'ACTIVITÉ DE L'ALPHA-AMYLASE

M. Szilli

L'auteur a contrôlé l'état amylolytique des échantillons de farine à l'aide de trois méthodes: la méthode colorimétrique ICC, la détermination du nombre Hagberg et l'étude à l'amylographe. En comparant les résultats, la méthode colorimétrique a été considéré comme base. Les résultats ont été évalués avec des méthodes de la mathématique statistique. En vertu des résultats l'auteur propose d'introduire généralement en Hongrie la méthode Hagberg.

Elle a étudié les rapports entre l'activité amylolytique exprimée par le nombre Hagberg et lesz caractéristiques de la farine qui déterminent sa valeur en boulangerie. A partir du nombre Hagberg, elle a classifié les farines en groupes de qualité.