

A gyors viszkoanalizátoros technika alkalmazási lehetőségei

Juhász Réka és Salgó András

Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem,
Biokémiai és Élelmiszertechnológiai Tanszék

Érkezett: 2006. november 3.

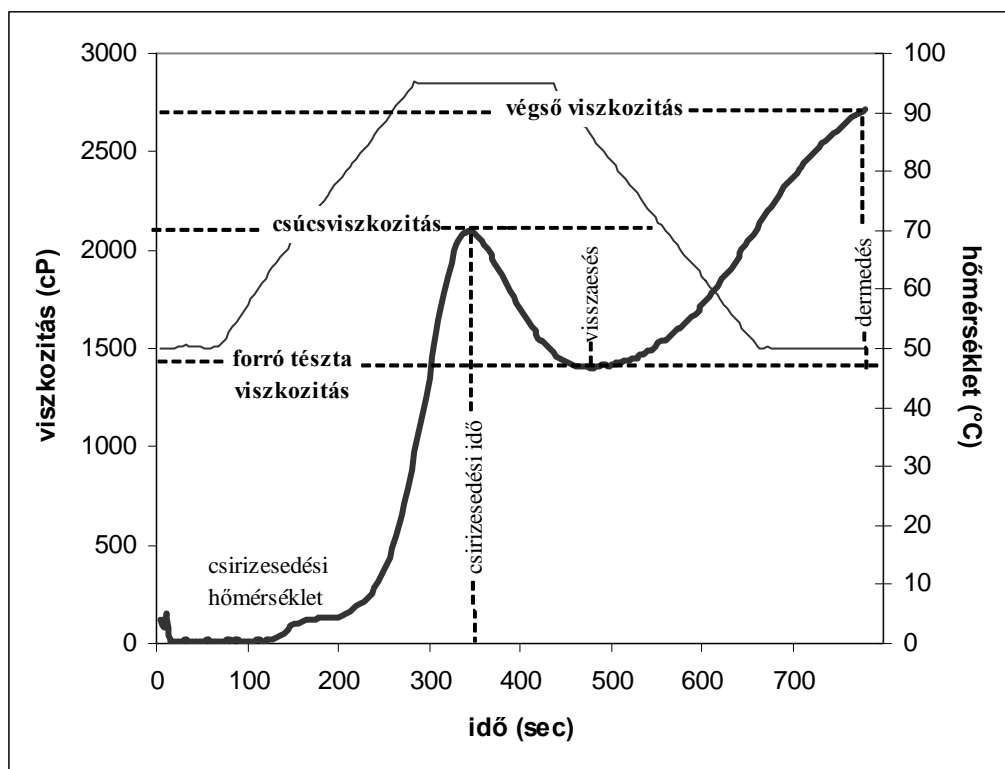
A gyors viszkoanalizátoros (Rapid Visco Analyser, RVA) technika egy egyszerű, jól reprodukálható, könnyen kivitelezhető reológiai módszer, amely a keményítőtartalmú minták fiziko-kémiai, technológiai, funkcionális tulajdonságairól nyújt felvilágosítást. A készüléket 1987-ben egy ausztrál kutatócsoport fejlesztette ki (1), alkalmazása igen gyorsan terjed világszerte.

A módszer lényege, hogy a kis mennyiségű (néhány gramm) vízzel kevert mintát egy fűthető fémtégelybe helyezük, amelybe egy speciálisan kialakított formájú keverőt illesztünk. A vékony alumínium lemezből készült henger alakú mintatartó tégelyt egy szabályozható hőmérsékletű egységbe tesszük. A mintatartó tökéletesen illeszkedik a hőszabályozó egységbe, így megfelelő hőátadási körülmények alakulnak ki. A mérés során egy előre megadott időprogram szerint változtatjuk a hőmérsékletet. A mintatartóhoz tartozik a keverő, amelyet a motor hajt. A motor forgatónyomatékát egy tachométer méri. A keverési sebesség a mérés kezdetekor magasabb (900 /perc), majd a minta homogenizálása után lecsökken (160 /perc), és a mérés végéig állandó értéken marad. Mivel a folyamat során a minta viszkozitása változik, az állandó keverési sebesség fenntartásához a motor változó erősségű áramot igényel. Az áramerősség (I) arányos a keverési számmal („Stirring Number”, SN) amely arányos a minta viszkozitásával (1).

$$SN = (10I^2 + 3I) \quad 1 \text{ SN} \sim 10\text{cP}$$

A minta jellegétől, illetve a mérés céljától függően különböző idő-hőmérséklet profilokat alkalmazhatunk. Gabonalisztek, illetve keményítők vizsgálata során legszélesebb körben az ún. Standard 1 profilt alkalmazzák (ICC Standard Method No. 162). A Standard 1 profil lefutása az 1. ábrán látható. A mérés kezdetén 60 másodpercen keresztül 50 °C-os a hőmérséklet, majd a minta termosztálása után 222 mp alatt 95 °C-ig emelkedik. A hőntartási szakaszban 95 °C-on kevertetjük a mintát 150 mp-en keresztül, majd 228 mp alatt visszahűtjük 50 °C-ra, majd ezen a

hőmérsékleten tartjuk a mérés végéig. A teljes mérés 780 másodpercet vesz igénybe (2).



1. ábra: Az RVA-görbe nevezetes paramétereit

Az RVA-mérés eredményeképpen egy idő-viszkózitás görbét kapunk (1. ábra). Az adott idő-hőfok profilhoz tartozó görbe lefutása jellemző a minta típusára, így pl. a keményítőtartalmú minták hasonló jellegű görbével rendelkeznek. A mérések kiértékelése ezen görbe nevezetes pontjainak meghatározásából áll. A görbe paramétereit mögött jól meghatározható fizikai-kémiai jelenségek állnak. Az RVA-görbe alakját, lefutását számos körülmény befolyásolja, úgymint a minta típusa, nedvességtartalom, szemcseméret, az alkalmazott hőmérséklet-program. A különböző lefutású görbéket számos paraméterrel jellemezhetjük. A keményítőtartalmú minták jellemző RVA-görbéje alapján leggyakrabban a következő paramétereket határozzuk meg:

1. Csirizedési hőmérséklet [°C] („pasting temperature”): az a hőmérséklet, amelynél a viszkózitás legalább 25 cP-zal növekszik 20 másodperc alatt, amennyiben a Standard 1 profilt alkalmazzuk.
2. Csúcviszkózitás [cP] („peak viscosity”): a felfűtési szakaszban, vagy rögtön azt követően mért maximális viszkózitás.
3. Csirizedési idő [min] („peak time”): az az időpont, amikor a csúcviszkózitás megjelenik.

4. Forró tészta viszkozitás [cP] („trough”): a csúcviszkozitás után, a hőntartási szakaszban megjelenő lokális minimum.
5. Végső viszkozitás [cP] („final viscosity”): a mérés végén mérhető viszkozitás.
6. Dermedés [cP] („setback”): a végső viszkozitás és a forró tészta viszkozitás különbsége.
7. Visszaesés [cP] („breakdown”): a csúcviszkozitás és a forró tészta viszkozitás különbsége (2).

A továbbiakban az RVA mérés eredményét befolyásoló tényezők és néhány alkalmazási lehetőség kerül bemutatásra.

Az RVA mérés eredményét befolyásoló tényezők

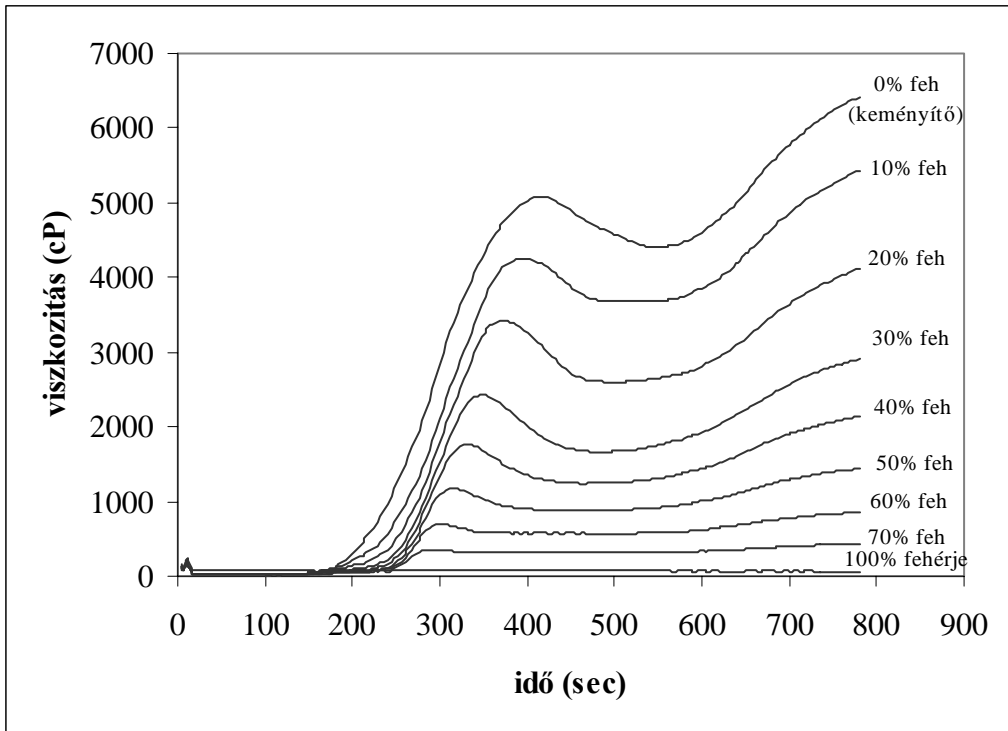
Az RVA görbék lefutását a mérés körülményei igen erősen befolyásolják. Amennyiben az anyag-, illetve keményítőkoncentráció túl nagy, megindul a versengés a vízéért, és lecsökken a rendelkezésre álló tér, ezért a koncentráció növelésével a maximális viszkozitás is növekszik. Egy bizonyos koncentráció felett a keverő már nem tudja biztosítani az állandó keverési sebességet, így a mérés eredményei félrevezetőek lehetnek (3).

A minta szárazanyagtartalmán felül annak keményítőtartalma játszik jelentős szerepet a viszkozitásgörbe alakulásában. A búzakeményítő-búzafehérje modellkeverékekkel végzett kísérleteink eredményei azt mutatják (2. ábra), hogy az RVA görbe lefutása elsősorban a keményítő mennyiségétől, illetve csirizesedési tulajdonságaitól függ. A mérés során a melegítés hatására a fehérjék denaturálódnak, nem lépnek kölcsönhatásba a keményítővel és nem befolyásolják annak csirizesedési tulajdonságait (4).

A keverési sebesség értéke a mérés során állandó kell legyen. Az átlagos keverési sebesség a keverő geometriájától függ. Nagyobb keverési sebességeknél a látszólagos viszkozitások közti különbségek lecsökkennek. A mérések csaknem minden esetben 160/perc keverési sebességgel zajlanak, azonban szükség esetén ettől eltérő értékek is választhatók (2). Az egy adott hőfok profillal végzett RVA-mérés eredménye alapján definiált keverési szám segítségével – a Hagberg-féle esési számhoz hasonlóan – a gabonák enzimes állapotára is lehetséges következtetni.

A minta előkészítése, különösen a szemcseméret és az őrlés után eltelt idő hatása szignifikáns lehet. A csúcsok relatív nagysága, alakja, a görbe lefutása függ a szemcsemérettől. Nagyobb szemcseméret esetén a mérés végén nagyobb a viszkozitás, amint ez a Graham-liszt RVA-görbéjén megfigyelhető (5. ábra).

Az RVA-val való mérés során a hőmérséklet az egyik legfontosabb paraméter, hiszen a viszkozitás erősen függ a hőmérséklettől.

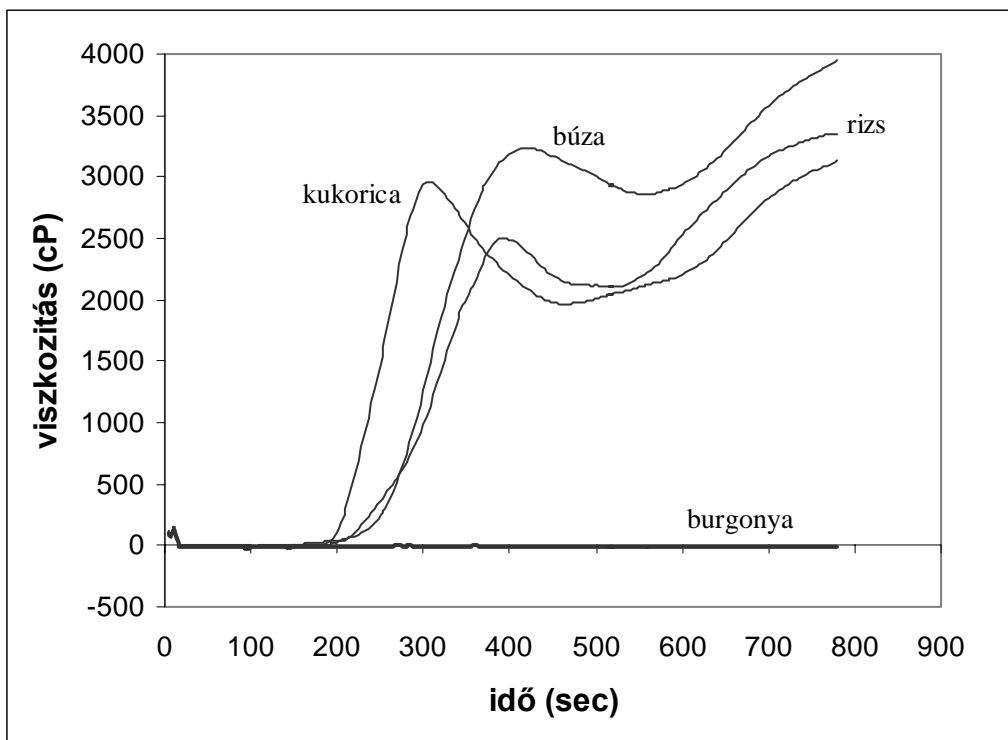


2. ábra: Búzakeményítő-búzafehérje keverékek RVA-görbéi

Az RVA technika néhány alkalmazási lehetősége

A különböző botanikai eredetű keményítők különböző lefutású RVA-görbéket adnak, melyek főként a csúcviszkozitás értékében és annak időbeli megjelenésében térnek el egymástól. A 3. ábrán négy különböző növényből származó keményítők RVA-görbéi láthatók. A gabonakeményítők könnyen csirizesednek, a viszkozitásgörbéik alapján jól megkülönböztethetők egymástól, míg a vízdoldható burgonyakeményítő viszkozitása nem változott a mérés során.

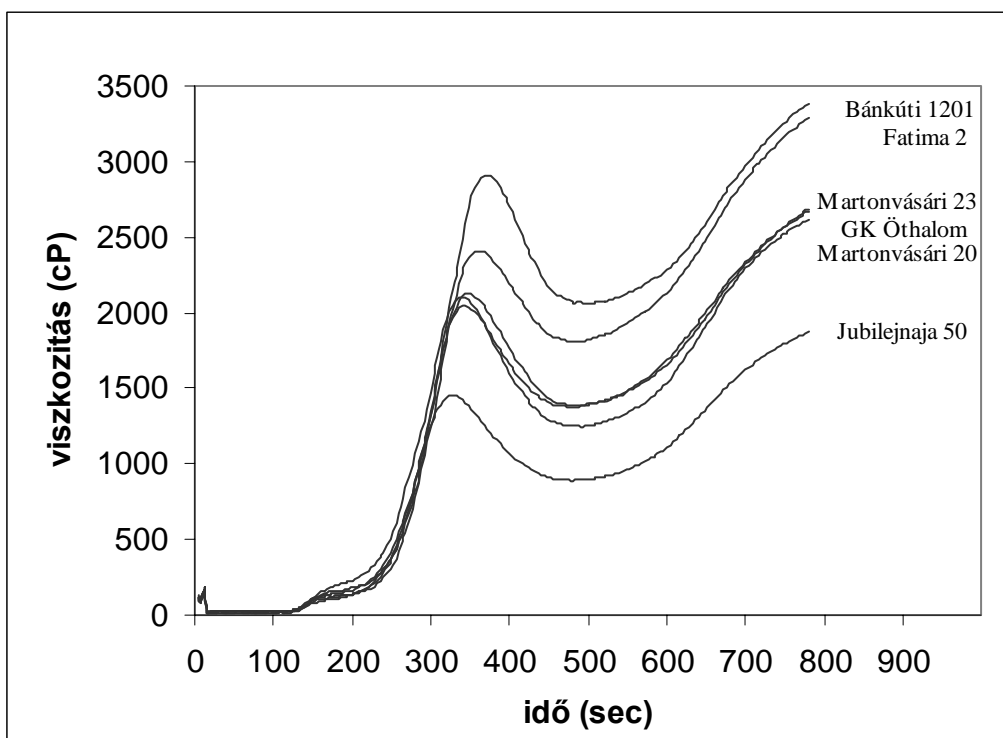
A búzakeményítő rendelkezik a legmagasabb csúcviszkozitással, ami arra utal, hogy ezen keményítő vízkötőképessége a legnagyobb. A kukoricakeményítő gyorsabban csirizesedik, ám vízkötőképessége alacsonyabb, mint a búzakeményítőé. A rizskeményítő mutatja a legkisebb csúcviszkozitást, azonban a végső viszkozitása igen magas, ami a jó gélképző tulajdonságára utal, amely például pudingporok gyártása során használható fel. Az RVA-görbék lefutása a keményítők amilóz/amilopektin arányának, a különféle keményítőszemcsék (A, B, C) mennyiségi viszonyai és hozzáférhetősége függvényében változik (5).



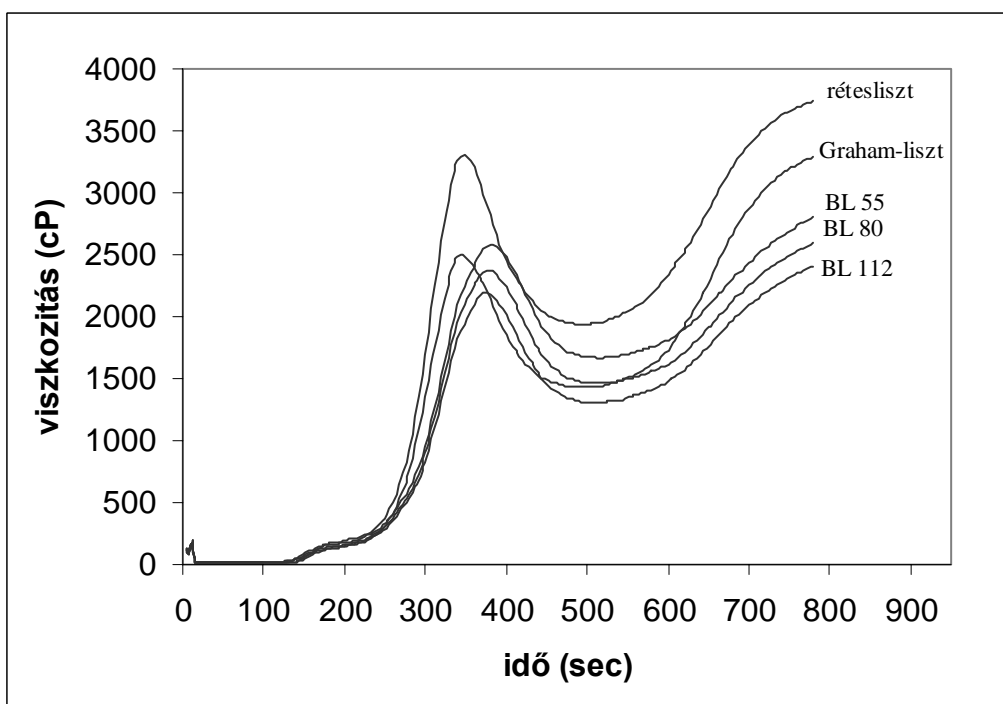
3. ábra: Különböző botanikai eredetű keményítők RVA-görbéi

Az RVA technika nemcsak az eltérő növényfajok keményítői közti különbség kimutatására alkalmas, hanem az egyes fajták megkülönböztetésére is. A 4. ábrán hat fajtaazonos magyar búzából készült teljes őrlemény RVA-görbéi láthatók. A görbék alakja hasonló minden fajta esetén, azonban az abszolút viszkozitásértékekben jelentős különbségek figyelhetők meg. A legmagasabb viszkozitásértékeket, és ez alapján várhatóan a legjobb sütőipari minőséget a Bánkúti 1201 búzafajta mutatja. A Fatima 2 csúcviszkozitása 500 cP-zal alacsonyabb értéket mutat, ami arra utal, hogy vízkötőképessége is alacsonyabb. A Martonvásári 20, Martonvásári 23 és a GK Öthalom búzafajták RVA-görbéi igen hasonlóak egymáshoz. A vizsgált búzafajták közül a legalacsonyabb viszkozitás értékeket a Jubilejnaja 50 búzafajta adta.

A kereskedelmi forgalomban kapható lisztek közötti minőségi, összetételi különbség szintén jól kimutatható a gyors viszkoanalizátoros technika segítségével. Az 5. ábrán látható, hogy a legjobb sütőipari minőséggel rendelkező rétesliszt (BFF55) vízkötőképessége (csúcviszkozitása) jelentősen meghaladja a finomlisztekét. A nagy hamutartalmú, nagy szemcseméretű Graham-liszt a finomlisztekhez hasonló csúcviszkozitással, viszont azoknál magasabb végső viszkozitással jellemezhető. A különböző hamutartalmú- BL55, BL80 és BL112- finomlisztek RVA-görbéi az abszolút viszkozitásértékek alapján jól elkülöníthetők egymástól. A növekvő hamutartalom a lisztek korpatartalmának növekedését jelzi a keményítőtartalom rovására, amely a viszkozitás csökkenését okozza.



4. ábra: Különböző búzafajták RVA-görbéi

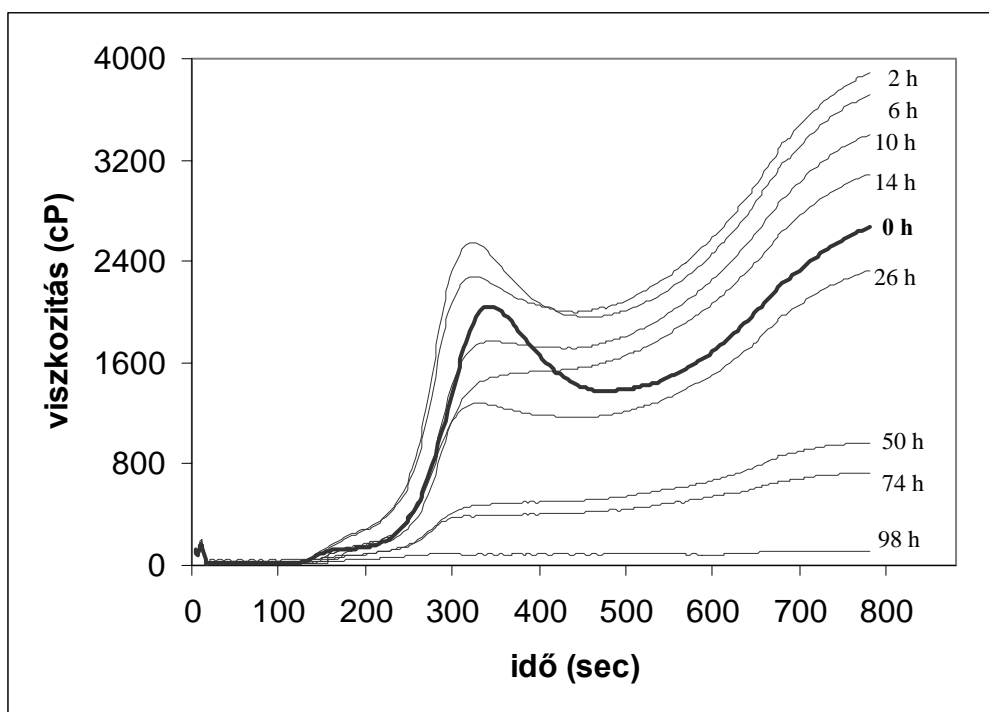


5. ábra: Kereskedelmi forgalomban kapható búzalisztek RVA-görbéi

A keményítő egyik leghasznosabb jellemzője, hogy megfelelő módosítással alkalmassá tehető a speciális alkalmazásokra. Az RVA módszerrel lehetőség nyílik a gyártás során bekövetkező modifikációk (oxidáció, savas vagy enzimes hidrolízis, szubsztitúció) ellenőrzésére, és a végső termékben megjelenő hatásuk becslésére (2).

A keményítő funkcionális tulajdonságai a kémiai kezeléseken túl technológiai kezelések (extrudálás, szárítás) vagy természetes biológiai folyamatok (csírázás) hatására is számottevően megváltoznak.

Az aratás időszakában előforduló esős időjárás hatására a búzában és kukoricában előfordulhat az ún. kalászban csírázás, melynek során a tartalék tápanyagként raktározott makromolekulák, így a keményítő is, a hidrolitikus enzimek hatására lebomlanak. Ez a folyamat a gabonák minőségét érzékelhetően lerontja, ami jelentős gazdasági károkat okoz, így korai fázisban (a szemmel látható morfológiai változások megjelenése előtt) való jelzésére számos módszert fejlesztettek ki (6). Az RVA technika képes a búza csírázásának megindulásától számított néhány órán belül fellépő változások kimutatására (6. ábra) (7).



6. ábra: Az RVA-görbe változása a csírázás előrehaladásával

Az RVA mérés pontossága

A gyors viszkoanalizátoros technika eredményei jól reprodukálhatóak. Az 1. táblázat búzaliszt mintával végzett öt párhuzamos mérés RVA paramétereinek átlagértékeit és statisztikai adatait tartalmazza. Az egyes paraméterek relatív szórása 0,5 - 4,2% között található. Legkisebb hibával a csirizedési idő határozható meg, amely a minta típusától függ. A viszkozitásértékek valamivel nagyobb hibával mérhetők, azonban a relatív szórás minden esetben 5% alatt marad, ami ezen reológiai módszer megbízhatóságát bizonyítja.

1. táblázat: Az RVA paraméterek egyes statisztikai adatai

RVA paraméter	átlag	szórás	relatív hiba (%)
Csúcsviszkozitás [cP]	3114	97	3,1
Forró tézta viszkozitás [cP]	2243	62	2,8
Visszaesés [cP]	871	37	4,2
Végső viszkozitás [cP]	3683	84	2,3
Dermedés [cP]	1440	23	1,6
Csirizedési idő [min]	6,4	0,03	0,5
Csirizedési hőmérséklet [°C]	65,9	0,46	0,7

A gyorsviszkoanalizátoros technikát elsősorban keményítőtartalmú minták funkcionális tulajdonságainak minősítésére fejlesztették ki, így alkalmazása a gabonakutatás, gabonafeldolgozási technológiák és iparok, illetve a sütőipar területén terjedt el. A módszer kis mintaigénye miatt növénynemesítési kutatások támogatására is alkalmas.

A gabonaipari termékeken kívül a tej- és levesporok minősítésére állnak rendelkezésre kidolgozott módszerek (2). Az RVA módszer az élelmiszeripar minden olyan ágazatában eredményesen használható, ahol nagy pontosságú, jól reprodukálható viszkozitásmérésre van szükség széles hőmérséklet- (30 - 95 °C) és viszkozitás-(0 - 25000 cP) tartományban.

Felhasznált irodalom:

- (1) Ross A.S., Walker C.E., Booth R.I., Orth R.A., Wrigley C.W. (1987): The Rapid Visco Analyser: A new technique for the estimation of sprout damage. *Cereal Foods World* **32**. 827-829.
- (2) Instruction Manual for the Series 4 Rapid Visco Analyser (1998); Newport Scientific Pty. Ltd. Australia.
- (3) Walker C.E., Ross A.C., Wrigley C.W., McMaster G.J. (1988): Accelerated starch paste characterization with the RVA. *Cereal Foods World* **33**. 491-493.
- (4) Hrubí Márton (2006): Búzatészta és fehérje-keményítő keverékek vizsgálata közeli infravörös spektroszkópiai és gyors viszkoanalizátoros módszerekkel. Diplomamunka, BME-BÉT.
- (5) Kovács Eszter (2006): Keményítők hőkezelés okozta változásainak vizsgálata. Diplomamunka, BME-BÉT.
- (6) Salgó András, Lásztity Radomir, Varga János (1998): Vizsgálati módszerek gabonafélék csírázottságának kimutatására. *Élelmiszervizsgáló Közlemények* **44** (2) 67-74.
- (7) Juhász Réka, Gergely Szilveszter, Gelencsér Tímea, Salgó András (2005): Relationship between NIR spectra and RVA parameters during wheat germination. *Cereal Chemistry* **82** (5) 488-493.