

Csemegekukorica zsengeségének meghatározására szolgáló viszkozimetriás módszer

SEBŐK ANDRÁS* és BÓDI JUDIT**

Érkezett: 1982. május 20.

A gyorsfagyasztott csemegekukorica termékek minőségének egyik döntő tényezője a zsengeség. Ezért a jó minőségű termékek gyártása érdekében a nyersanyagot optimális állapotban kell betakarítani, az egyes tételek minőségét pedig gyors, objektív módszerrel kell meghatározni. Az érés folyamán a csemegekukorica számos beltartalmi és fizikai jellemzője – pl. nedvességtartalom, összes vízdoldható poliszacharid-tartalom, keményítőtartalom, lédúság stb. – változik. A legtöbb zsengeségmérő módszer ezek közül egy-egy, esetleg több jellemző változásának nyomonkövetésén alapul.

A csemegekukorica minősítés nemzetközileg elfogadott referencia módszerei az alkoholban oldhatatlan rész tartalom (AOR %) és a vákuum szárító szekrényes szárazanyag-tartalom meghatározások pontos és megbízható, de rendkívül időigényes analitikai módszerek (1, 2, 3), így gyors módszerként nem használhatók.

A többi módszer, mint gyorsnedvességmérés (4, 5), fajsúlymérés (6), perikarpium-tartalom (7) és vízdoldható poliszacharid-tartalom meghatározás (8, 9), a kipréselt lé mennyiségének mérése (10), a centrifugálásos szétválasztás (11), a háromváltozós rangsorolás, valamint ezek különböző kombinációi közül egyik sem vált be egyértelműen, részben a meghatározás pontatlansága, és a zsengeséggel való gyenge korrelációja, részben a nehézkes, időigényes és költséges kivitelezés miatt. A kipréselt lé törésmutatójának mérése laboratóriumi körülmények között gyors, pontos, megbízható módszernek bizonyult (12, 13), azonban sikeres alkalmazásához olyan pontosan reprodukálható körülmények szükségesek, melyeket üzemi feltételek mellett igen nehezen lehet biztosítani.

A közvetlenül állománymérésre épülő kompresszió, nyírás és extrúzió kombinációján alapuló módszerek, a nyírósajtó, illetve a lényeredékkel kombinált alkalmazása a Succulométeres vizsgálat (14), valamint a húros extrúzió (15), szintén nem kielégítő pontosságúak (10, 13).

Tung *et al* (17, 18) egy viszkozimetriás módszert fejlesztettek ki, melynek lényege, hogy előfőzött kukoricából készült pépek Haake-Rotovisco és Brookfield rotációs viszkoziméterekkel felvett folyásgörbéiből határoztak meg reológiai jellemzőket. A legjobb zsengeségmérő mutatónak a Rotoviscoval meghatározott folyási indexet találták. A határfeszültség figyelembevételével kiszámított látszólagos viszkozitás szintén megfelelő mutatónak bizonyult. A szezonális eltérések azonban igen nagyok voltak, különösen a látszólagos viszkozitások esetében. A módszer hátránya, hogy a folyási index meghatározása a termőhelyen túlságosan

*Magyar Hűtőipari Vállalat Fejlesztő Laboratóriuma, Budapest

** MEFI, Budapest

bonyolult, a vizsgálandó minták előfőzése pedig a nagy gyártó kapacitásoknál jelentkező nagy mintaszám mellett nehezen teljesíthető.

A deformációsebesség helyes megválasztásával jelentős mértékben növelhető az érzékszervi tulajdonságok mérésekor a viszkozimetriás módszerek megbízhatósága. Shama és Sherman (19) megállapították, hogy a különböző élelmiszerek rágásakor fellépő nyíróerők és deformációsebességek nem állandóak, hanem az élelmiszer folyási tulajdonságaitól függően változnak. Az összetartozó nyírófeszültség – deformációsebesség értékpárok egy univerzális jelleggörbe mentén helyezkednek el. A jelleggörbét és a vizsgálandó anyag folyásgörbéjét közös koordináta-rendszerben ábrázolva metszéspontjuk megadja az érzékszervi tulajdonságok műszeres jellemzéséhez optimálisan megválasztandó paraméterek értékeit. Jelen munka célja a Tung et al (17, 18) által leírt viszkozimetriás módszerből kiindulva olyan ipari zsengéségmérő módszer kifejlesztése volt, amely gyorsan és egyszerűen kivitelezhető, üzemi körülmények között is megbízható eredményeket ad, és hazai viszonylatban is könnyen elérhető műszerre épül, így alkalmas a termékminőség szabályozására. A módszer tökéletesítése és egyszerűsítése érdekében meghatároztuk a vizsgálat optimális deformációsebességét és megvizsgáltuk az előfőzés elhagyásának és a pihentetési idő csökkentésének, valamint a folyásgörbék elemzésekor a határ-feszültség elhanyagolásának lehetőségét.

Anyag és módszer

Az 1978-as laboratóriumi kísérletekhez az OMFI pölöskei kísérleti állomásán természetett, az ipari feldolgozásnál alkalmazott két amerikai (Jubilee, Commander) és két magyar (Martonvásári Édes, Martonvásári Favorit) csemegekukorica-fajtát használtunk. A kísérletekhez a kukoricát ugyanabból a parcellából szedtük 8-10 egymás utáni időpontban, így biztosítva a teljes érési sort az éretlentől a túlérettig. A csöveket fosztottuk, majd morzoltuk. A friss minták vizsgálatához a morzszolt szemekből Unipan 309 univerzális laboratóriumi homogenizátorral 3×1 percig homogenizálva pépet készítettünk,

Az 1979-es, 1980-as szezonban az üzemi kísérletekhez a mintákat az MHV Zalaegerszegi Gyárába beérkező nyersanyag-szállítmányokból vettük. Így a minták előlétele teljesen különböző és a fajtát és származási helyet kivéve ismeretlen volt. 1979-ben 44 beszállított Jubilee és 49 Commander, 1980-ban 63 Jubilee és 51 Commander tételt minősítettünk. Szállítmányonként 20 csövet lemorzoltunk, majd a szemek egy részét a korábbi minta-előkészítési módszert egyszerűsítve Moulinex Moulinette konyhagéppel 10×5 s-ig homogenizáltuk. Az így nyert pépet használtuk a viszkozitási mérésekhez. A lemorzolt kukoricaszemek másik részét a Succulometeres mérésekhez használtuk. Egyrészt 200 g bemérés és 15 cm/perc fejssebesség mellett meghatároztuk a maximális nyíróerő-szükségletet, másrészt 100 g mintát 3 cm/min. sebességgel $20,685 \cdot 10^6 \text{ N/m}^2$ (3000 psi) nyomás eléréseig összepréseltük, majd a fejet 3 percre megállapítottuk, és mértük a kicsepegő lé mennyiségét.

A fagyasztott minták vizsgálatához a morzszolt szemeket előfőztük forró vízben 3 percig, csapvízzel lehűtöttük, majd –30 °C-on gyorsfagyasztottuk és –18 °C-on 3 hónapig tároltuk. A viszkozimetriás vizsgálatokhoz a mintákat felengedgettük és az Unipan 309 homogenizátorral 5×1 percig homogenizálva pépet készítettünk belőle.

A Kramer sajttal, a Back extrúziós mérőfejjel és az OTTAWA mérőfeltéttel végzett méréseknél a nevezett mérőfeltéteket egy INSTRON 1140 univerzális állományvizsgáló berendezéshez kapcsoltuk. A Kramer sajttal végzett mérésnél 100 g bemérés és 5 cm/perc fejssebesség mellett meghatároztuk a nyírás során keletkező maximális erőt (F_M).

A Back extrúziós vizsgálatnál egy 101 mm átmérőjű, 4 mm-es réstávolságú mérőfeltétet alkalmaztunk 100 g bemérés és 5 cm/perc fejssebesség mellett és meg-

határoztuk az állandosult extrúzió erőszükségletét (F_B). A hűs extrúzióhoz egy 30 cm^2 keresztmetszetű OTTAWA (OTMS) cellát használtunk. Meghatároztuk az extrúzió maximális erőszükségletét (OTMS) 200 g bemérés és 20 cm/perc fejssebesség mellett.

A viszkozimetriás méréseket Rheotest-2 rotációs viszkoziméterrel végeztük, percenként növekvő deformációsebességek mellett a $D = 1 - 437,4 \text{ s}^{-1}$ deformációsebesség tartományban. A mintákat $20 \text{ °C} \pm 0,2 \text{ °C}$ pontossággal termosztáltuk. Előkísérleteink bizonyították, hogy egy viszonylag rövid idő alatt is megfelelő termosztálás érhető el, mivel $+15 - +25 \text{ °C}$ között a kukoricapép viszkozitásának hőfokfüggése olyan csekély, hogy ipari minősítő módszerek esetében elhanyagolható (21). A folyásgörbék leírására az Ostwald egyenletet alkalmaztuk:

$$\tau = KD^n$$

$$\eta_a = \frac{\tau}{D^{n-1}}$$

ahol D a deformációsebesség (s^{-1})

τ a nyírófeszültség (N/m^2)

η_a a látszólagos viszkozitás (m Pas)

K a konzisztencia koefficiens

n a folyási index

Az előkísérletek során a Shama és Sherman (19) által leírt univerzális jelleggörbét és a kukoricapépek kísérleti úton nyert folyásgörbéit közös koordinátarendszerben ábrázolva a metszéspont $\eta_a = 48,6 \text{ s}^{-1}$ deformációsebességnél adódott, vagyis a fenti deformációsebesség mellett mért viszkozitás jellemzi a legjobban a csemegekukorica érzékszervi tulajdonságait. A folyásgörbék egyenleteit a legkisebb négyzetek módszerével számítottuk ki.

A szárazanyag-tartalmat vákuum-szárítószekrényben $0,3 \text{ torr}$ nyomáson 40 °C -on 8 óras szárítással határoztuk meg.

Az alkoholban oldhatatlan rész mennyiségét a standard AOAC módszerrel (20) határoztuk meg.

Eredmények és megvitatás

Az 1978-as szezonban a nyersanyag szedési ideje és a vákuum-szárítószekrényben meghatározott szárazanyag-tartalom, valamint az idő és az AOR-tartalom között minden fajta esetében szoros korrelációkat tapasztalhatunk (1. táblázat).

Az érés előrehaladtával mindkét paraméter értékei lineárisan növekedtek. A paraméterek értékeit az esőzések jelentősen befolyásolták, mint azt az 5. és 14. napon az esők után bekövetkező szárazanyag és AOR % csökkenés is mutatja (1. és 2. ábra). Bár a szárazanyag-tartalom valamivel jobban korrelált az idővel, mint az AOR %, ez utóbbit választottuk referencia módszernek, mivel a kereskedelmi forgalomban inkább ezt a mutatót használják a zsengeség megadására.

Az Ostwald egyenlet jó közelítéssel írta le a nyers kukoricából készült pépek folyásgörbéit, amit a determinációs koefficiensnek magas átlagértéke ($r^2 \geq 0,99$) mutat.

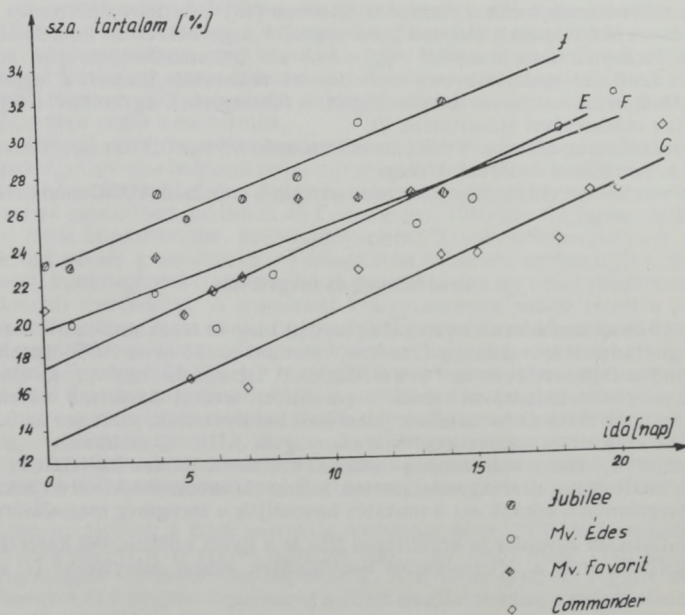
A determinációs koefficiensnek magas értékei alapján a határfeszültség elhanyagolása nem okoz jelentős hibát, viszont ezáltal lényegesen egyszerűsödik a számítás.

	Fajta	Száraz- anyag	AOR	η 48,6	K	n
Idő	Jubilee	0,96*	0,96*	0,95*	0,92*	-0,93*
	Mv. Favorit	0,88*	0,74*	0,91*	0,90*	-0,98*
	Mv. Édes	0,96*	0,91*	0,91*	0,94*	-0,77*
	Commander	0,95*	0,78*	0,96*	0,92*	-0,28
Sz. a.	Jubilee		0,93*	0,89*	0,89*	-0,85*
	Mv. Favorit		0,91*	0,83*	0,85*	-0,80*
	Mv. Édes		0,95*	0,87*	0,93*	-0,78*
	Commander		0,80*	0,94*	0,93*	-0,36
AOR	Jubilee			0,86*	0,86*	-0,92*
	Mv. Favorit			0,62*	0,62*	-0,62
	Mv. Édes			0,73*	0,91*	-0,67*
	Commander			0,69	0,84*	-0,84*

Jubilee $r_{05} = 0,71$
Mv. Favorit $r_{05} = 0,76$

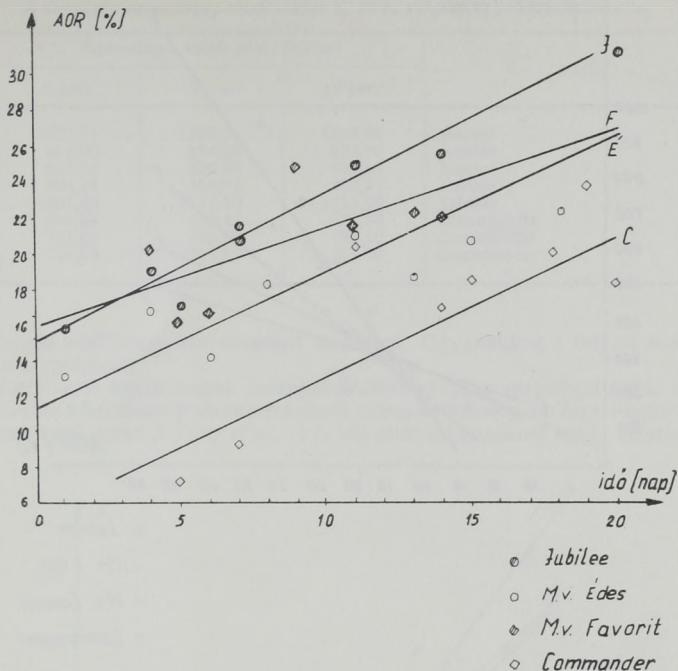
Mv. Édes $r_{05} = 0,63$
Commander $r_{05} = 0,71$

A * az 5%-os, a ** a 10%-os valószínűségi szinten való szignifikanciát jelöli.



1. ábra

A vákuum szárazanyag-tartalom változása a szedési idő függvényében



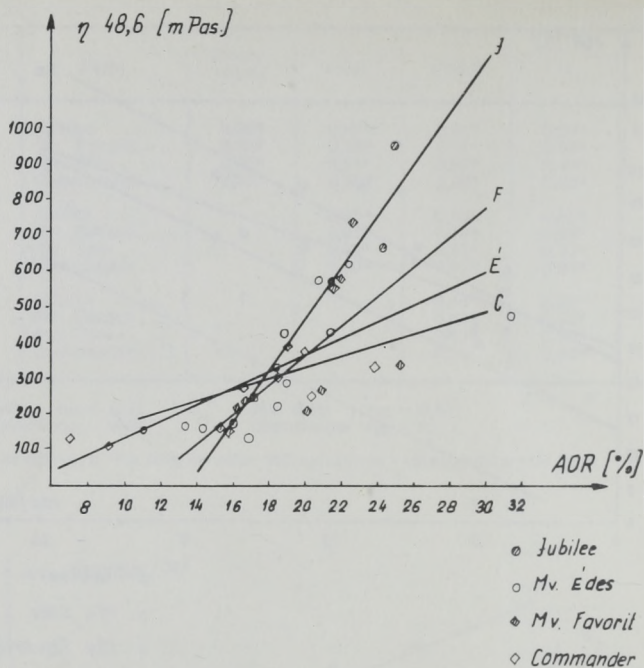
2. ábra

Az AOR % tartalom változása a szedési idő függvényében

Az érés előrehaladtával az AOR-tartalom növekedésével a látszólagos viszkozitás és konzisztencia koeficiens értékek növekedtek (3., 4. ábra), míg az n értékek csökkentek, ami a sűrűbb, keményebb konzisztenciával egyidejűleg a pseudo-plasztikus jelleg erősödésére utal (5. ábra). A látszólagos viszkozitás és a konzisztencia koeficiens az idővel és az AOR-tartalommal párhuzamos növekedése összhangban áll Tung et al (1974 a) megfigyelésével, míg a folyási index csökkenése ellentétes azokkal. Ennek feltehető okai: a nyers kukorica használata előfőzött helyett, az egy órás pihentetés elhagyása és a minta-előkészítés eltérő módja.

A látszólagos viszkozitás szoros összefüggést adott az idővel ($r > 0,9$). Hasonlóan szoros összefüggést találtunk a konzisztencia koeficiens és az idő között is. A kapott korrelációs koeficiensek magasabbak a Tung et al. (1974 b) által a határ-feszültséget figyelembe vevő számításokkal kapott korrelációs koeficiensnél. Ez a növekedés a blansírozatlan kukorica-nyersanyag használatára, a víz hozzáadása nélkül végzett homogenizálásra, a pihentetési idő 60 perctől 10–15 percre való csökkentésére és a látszólagos viszkozitás esetében az érzékszervi tulajdonságok jellemzésére legalkalmasabb a deformációsebesség kiválasztására vezethető vissza.

Az előfőzés ugyanis jelentős mértékű változásokat okoz a rendszer reológiai viselkedését megszabó folyékony és szilárd komponensekben, így az eredeti rendszer tulajdonságait zavaró és elfedő mellékhatások léphetnek fel a hőkezelés ha-



3. ábra
A látszólagos viszkozitás változása az AOR % tartalom függvényében

tására. A homogenizáláskor hozzáadott víz megváltoztathatja a víz különböző kötött és szabad formáinak egy adott érettséghez tartozó jellemző egyensúlyát és elfedheti az egyes érettségi állapotok közötti kis különbségeket. A hosszú pihentetési idő alatt a pép kolloidikai rendszerében különböző öregedési folyamatok játszódhatnak le, melyek a rendszer folyási tulajdonságainak megváltoztatásához vezethetnek. Ugyanakkor az általunk alkalmazott rövid időtartamú (15 perc) pihentetés alatt ezek a változások még nem jelentősek (2. táblázat).

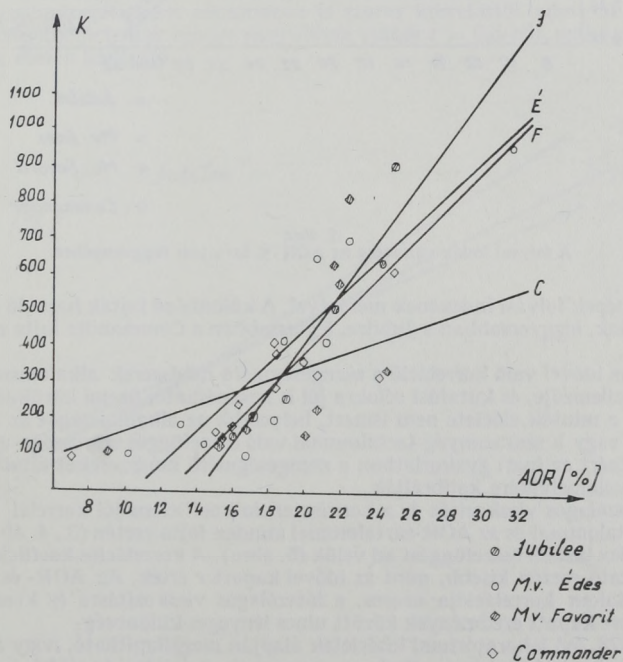
Az eredmények azt mutatják, hogy a pihentetési idő a minimumra csökkenthető, ami a módszer ipari alkalmazhatósága szempontjából igen jelentős egyszerűsítés. Habár a pihentetési idő csökkentése együtt jár a termosztálás pontosságának csökkenésével, azonban az ebből eredő hiba ilyen nagy szárazanyag-tartalom esetén elhanyagolható (21). Ugyanis a csemegekukorica-pép viszkozitásának hőfokfüggése 15 és 25 °C között igen csekély, kisebb, mint 10%/10 °C. A látszólagos viszkozitás mérésnél használt deformációsebesség helyes megválasztása az érzékszervi tulajdonságok leírására való alkalmasság döntő tényezője. Mivel a különböző érettségű nyersanyagokból készült pépek folyásgörbéi az optimális D-érték közelében keresztezik egymást alacsonyabb vagy magasabb deformációsebesség esetén a minták rangsora megváltozhat. Ezzel magyarázható, hogy az optimális jellemző deformációsebesség alkalmazása jelentősen javította a látszólagos viszkozitás és a

A csemegekukorica-pép viszkozitása 5, 10 és 15 perccel az elkészülés után

A minta száma	Látszólagos viszkozitás [mPas]			Fajta
	5 perc	10 perc	15 perc	
1	1250,41	1262,55	1257,69	Jubilee
2	874,00	874,00	874,00	Jubilee
3	825,51	825,51	825,51	Jubilee
4	704,11	704,11	704,11	Jubilee
5	1201,85	1177,50	1213,99	Jubilee
6	441,89	439,47	437,03	Commander
7	751,67	755,10	755,10	Commander
8	701,69	701,69	701,69	Commander

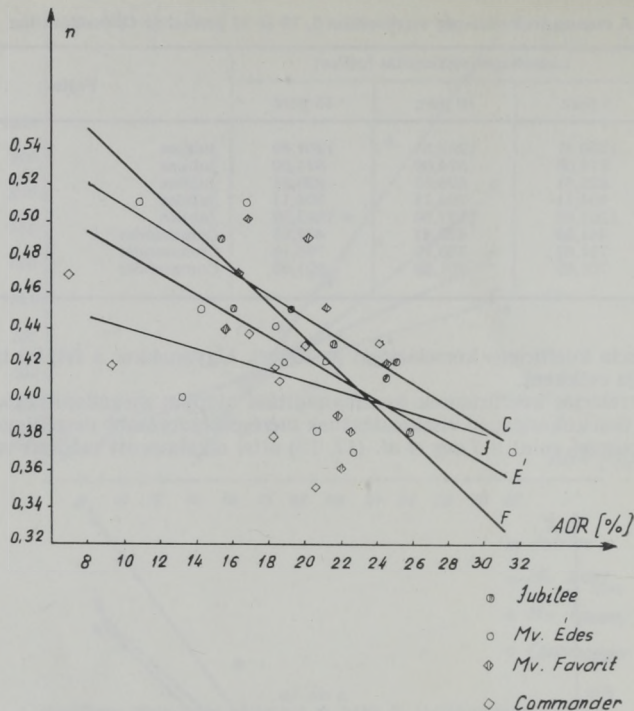
konzisztencia koeficiens korrelációját az idővel. Ugyanakkor a folyási index idő korrelációja csökkent.

A korrelációs koeficiensek összehasonlítása alapján megállapítható, hogy a blansírozatlan kukoricapép viszkozitásának mérésével szorosabb összefüggés érhető el az érettséggel, mint a *Tung et al.* (17, 18) által alkalmazott módszer szerint az



4. ábra

A konzisztencia koeficiens változása az AOR % tartalom függvényében



5 ábra
A folyási index változása az AOR % tartalom függvényében

előfőzött pépek folyási indexének mérésével. A különböző fajták hasonló érsmeneteit mutattak, leggyorsabban a Jubilee, leghalványabban a Commander fajta zsengesége változott.

Bár az idővel való korreláció a zsengeségmérő módszerek alkalmasságánál elfogadott jellemzője, és kutatási célokra jól is használható, üzemi körülmények között, ahol a minták előlétele nem ismert, helyesebb az alkalmasságot az AOR-tartalommal vagy a szárazanyag-tartalommal való összefüggés szorossága alapján eldönteni. Ezért az ipari gyakorlatban a zsengeségmérő módszereket általában ezen mutatók valamelyikére kalibrálják.

A látszólagos viszkozitás és a konzisztencia koefficiens jól korrelál a szárazanyag-tartalommal és az AOR-tartalommal minden fajta esetén (3., 4. ábra), míg a folyási index lazább összefüggést ad velük (5. ábra). A korrelációs koefficiens mindegyik mutató esetén kisebb, mint az idővel kapott r érték. Az AOR- és a szárazanyag-tartalom korrelációja szoros, a látszólagos viszkozításra és konzisztencia koefficiensre kapott eredmények között nincs lényeges különbség.

Az 1978. évi laboratóriumi kísérletek alapján megállapítható, hogy a módosított viszkozimetriás módszer alkalmas a zsengeség mérésére, továbbá, hogy a látszólagos viszkozítás és a konzisztencia koefficiens jobban jelzi a minőséget, mint a folyási index.

A következő két szezonban a módszer üzemi korumulációk között is kipróbálásra került a Magyar Hűtőipari Vállalat Zalaegerszegi Gyárában, melyek eredményeit a 3. táblázat és a 6. ábra mutatja.

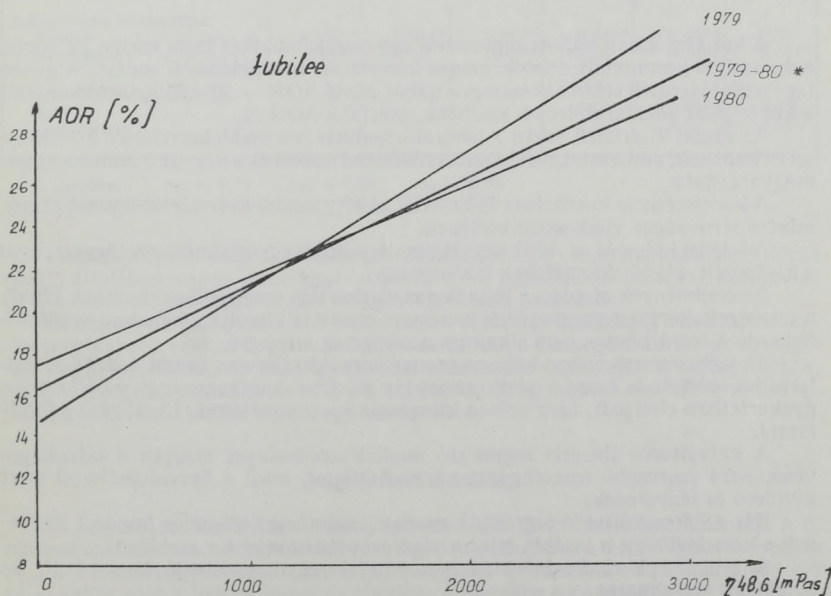
3. táblázat

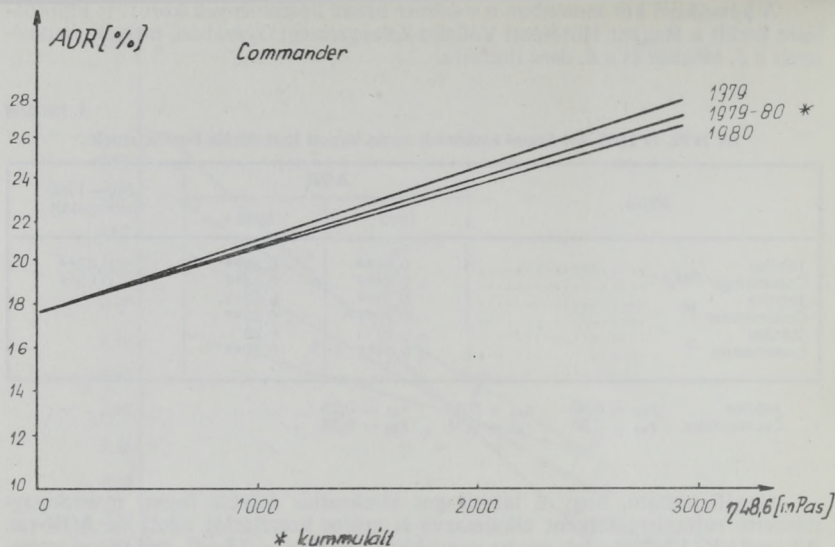
Az 1979. és 1980. évi üzemi kísérletek során kapott korrelációs együtthatók

Fajta	AOR		1979–1980 kumulált
	1979	1980	
Jubilee	0,84**	0,86**	0,83**
Commander $\eta_{18,6}$	0,88**	0,84**	
Jubilee	0,73**	0,68**	0,83**
Commander K	0,76**	0,88**	
Jubilee	-0,19	0,26	
Commande n	0,64**	0,37**	

Jubilee $r_{01} = 0,39$ $r_{01} = 0,33$ $r_{01} = 0,25$
 Commander $r_{01} = 0,37$ $r_{01} = 0,35$ $r_{01} = 0,25$

Megállapítható, hogy a látszólagos viszkozitás mérése üzemi nyersanyagminősítő rutinvizsgálatként alkalmazva is szoros korrelációt adott az AOR-ral. A korrelációs együtthatók rendre nagyobbak voltak $r = 0,8$ -nál, ami üzemi gyorsmódszerek esetén kielégítő.





6. ábra

Az 1979-es és 1980-as szezon üzemi kísérleti eredményei alapján számított kalibrációs görbék

A két szezonban kapott regressziós egyenesek mindkét fajta esetén jól egyeznek, amit a kummulált adatok magas korrelációs koefficiense is mutat. A gyorsfagyasztott termék előállítás szempontjából döntő AOR = 20–25% tartományban a két évjárat közötti eltérések kisebbek, mint 0,5 AOR %.

Az üzemi kísérletek során a laboratóriuminál szorosabb korrelációs koefficieneket kaptunk, ami a minta-előkészítés tökéletesítésével és a nagyobb mintaszámmal magyarázható.

A konzisztencia koefficiens és az AOR között lazább korrelációt tapasztaltunk, mint a látszólagos viszkozitás esetében.

A folyási index és az AOR között nem találtunk egyértelmű összefüggést, amit a kis és változó előjelű r értékek is mutatnak.

Az eredmények alapján a látszólagos viszkozitás megfelelő módszernek látszik a csemegekukorica zsengeségének mérésére, amely felülmúlja a konzisztencia koefficientet. A folyási index nem alkalmas a zsengeség mérésére.

Az 1980. évi szezonban teljesen azonos mintákkal azonos üzemi feltételek mellett hasonlítottuk össze a viszkozimetriás módszer hatékonyságát a nemzetközi gyakorlatban elterjedt, igen erősen kifogásolt Succulométerrel (13, 17, 16) (4. táblázat).

A kétváltozós lineáris regresszió analízis eredményei alapján a látszólagos viszkozitás szorosabb összefüggést ad az AOR-ral, mint a Succulométerrel mért nyíróerő és lényeredék.

Bár a háromváltozós regresszió analízis eredményei bizonyos javulást mutatnak a korreláció így is lazább, mint a viszkozimetriás módszer esetében.

A különböző viszkozimetriás paraméterek egymással való kapcsolatát az 5. táblázat tartalmazza.

	AOR	Korrelációs koefficiens
Látszólagos viszkozitás	Jubilee Commander	0,86** 0,84**
Nyíróerő (F_M)	Jubilee Commander	0,20 0,34
Lényeredék, ml	Jubilee Commander	0,02 0,41**
Háromváltozós lineáris regresszió analízis	Jubilee Commander	0,55** 0,60**

Jubilee $r_{01} = 0,33$ Commander $r_{01} = 0,36$

5. táblázat

A viszkozimetriás paraméterek közötti összefüggések

	K			n		
	1978	1979	1980	1978	1979	1980
Látszólagos viszkozitás						
Jubilee	0,99**	0,93**	0,68**	-0,84**	-0,42**	-0,32
Commander	0,95**	0,12	0,81**	-0,28	0,44**	0,43**
Konzisztencia koefficiens						
Jubilee				-0,39	-0,53**	-0,32
Commander				-0,49	-0,07	-0,01

Jubilee $r_{01} = 0,77$ $r_{01} = 0,39$ $r_{01} = 0,33$
 Commander $r_{01} = 0,77$ $r_{01} = 0,37$ $r_{01} = 0,36$

Megállapítható, hogy a látszólagos viszkozitás és a konzisztencia koefficiens között általában szoros összefüggés mutatkozott, ugyanakkor mindkét paraméter laza, változó előjelű összefüggést mutatott a folyási indexszel.

Összegezve a módosított mérési feltételek mellett a látszólagos viszkozitás mérése megbízható, egyszerű, gyors módszernek látszik a csemegekukorica zsengességének meghatározására. Az ipari gyakorlati alkalmazás tapasztalatai bizonyították, hogy az előfőzés, a pihentetés és a víz hozzáadás elhagyásával a módszer a korrelációs koefficiens romlása nélkül egyszerűsíthető.

Fagyasztott kukorica

A fagyasztott kukoricára vonatkozó mutatók korrelációs koefficienseit a 6. táblázat tartalmazza. A szedési idővel a legjobb korrelációt a látszólagos viszkozitás (η_{aF}), a konzisztencia koefficiens (K_F) és a Back extrúzióval mért maximális erő (F_{BF}) adta, míg a folyási index és a nyíróerő esetében igen gyenge korrelációt ta-

pasztaltunk. A szárazanyag-tartalommal megfelelő korrelációt mutatott a látszólagos viszkozitás, a konzisztencia koefficiens, a Back extrúziós erő és az OTMS extrúziós erő, ezzel szemben a folyási index és a nyíróerő itt is gyenge korrelációt adott. Az AOR-tartalommal a Back extrúziós erő, az OTMS extrúziós erő és a látszólagos viszkozitás adták a legjobb korrelációt, a folyási index és a nyíróerő esetében a korreláció ismét igen laza volt. Az eredmények alapján a gyorsfagyasztott késztermék minőségének leírására a látszólagos viszkozitás és a Back extrúziós erő látszik a legmegfelelőbb módszernek.

Fagyasztott kukoricánál a viszkozimetriás paraméterek lazább korrelációkat adtak, mint a friss kukorica esetében. A látszólagos viszkozitás jobb mutatónak látszik, mint a konzisztencia koefficiens, míg a folyási index nem használható zsenge-ségmérésre. Hasonlóképpen a nyíróerő sem bizonyult megfelelő mutatónak.

Az OTMS extrúziós erő kielégítően jelezte a szárazanyag-tartalmat, viszont nem alkalmas az AOR meghatározására. A gyorsfagyasztott késztermék mechani-

6. táblázat

A fagyasztott csemegekukorica jellemzőinek korrelációs koefficiensei

	Fajta	η_{aF}	K_F	n_F	F_{BF}	F_{MF}	OTMS extr. erő
Idő	Jubilee	0,75	0,63	-0,14	0,78*	0,47	0,66
	Mv. Favorit	0,86*	0,86*	-0,91*	0,81*	0,11	0,69
	Mv. Édes	0,85*	0,84*	-0,63	0,71*	-0,06	0,67
	Commander	0,66	0,61	0,43	0,53		0,69
Szárazanyag-tartalom, %	Jubilee	0,74	0,62	0,19	0,68	0,53	0,53
	Mv. Favorit	0,78*	0,78*	0,79*	0,84*	0,25	0,68
	Mv. Édes	0,81*	0,80*	0,50	0,76*	0,03	0,78*
	Commander	0,69	0,60	0,61	0,66	0,51	0,82*
AOR	Jubilee	0,67	0,52	0,27	0,82*	0,57	0,69
	Mv. Favorit	0,50	0,51	0,67	0,60	0,40	0,37
	Mv. Édes	0,67	0,70	0,42	0,81*	0,16	0,87*
	Commander	0,37	0,32	0,53	0,16	0,17	0,49
Látszólagos viszkozitás ξ_{aF}	Jubilee		0,98*	-0,51	0,53	-0,09	0,54
	Mv. Favorit		0,99*	-0,89*	0,83*	0,15	0,80*
	Mv. Édes		0,99*	-0,76*	0,58	-0,15	0,46
	Commander		0,99*	-0,26	0,58	-0,44	0,65
Konzisztencia koefficiens K_F	Jubilee			-0,66			
	Mv. Favorit			-0,91*			
	Mv. Édes			-0,81*			
	Commander			-0,37			
Extrúziós erő F_{BF}	Jubilee					0,60	0,58
	Mv. Favorit					0,39	0,88*
	Mv. Édes					0,11	0,80*
	Commander					0,70	0,80*
Nyíróerő F_{MF}	Jubilee						0,46
	Mv. Favorit						0,17
	Mv. Édes						0,20
	Commander						0,63

Jubilee $r_{05} = 0,76$
Mv. Favorit $r_{05} = 0,76$

Mv. Édes $r_{05} = 0,71$
Commander $r_{05} = 0,71$

kai tulajdonságainak változását az érési idő függvényében a 7. ábra mutatja. A látszólagos viszkozitás a nyers kukoricához hasonlóan növekedett az érés előrehaladtával. Hasonlóan viselkedett a konzisztencia koefficiens is. A folyási index menete fajtánként jelentősen eltérő volt. A nyersanyag- és késztermékminőség közötti szoros kapcsolatra utal, hogy a nyers és fagyott csemegekukoricából készült pépek látszólagos viszkozitása igen jól korrelál (7. táblázat). A konzisztencia koefficiensök is jól korreláltak, míg a folyási indexek korrelációja igen laza, fajtánként váltakozó előjelű volt.

7. táblázat

A friss és gyorsfagyasztott csemegekukoricából készült pépek néhány reológiai jellemzőjének korrelációs koefficiensei

Friss/Fagyasztott r	Látszólagos viszkozitás	Konzisztencia koefficiens	Folyási index
Jubilee	0,92*	0,86*	0,10
Mv. Favorit	0,90*	0,93*	0,91*
Mv. Sweet	0,83*	0,86*	0,47
Commander	0,69	0,58	0,39

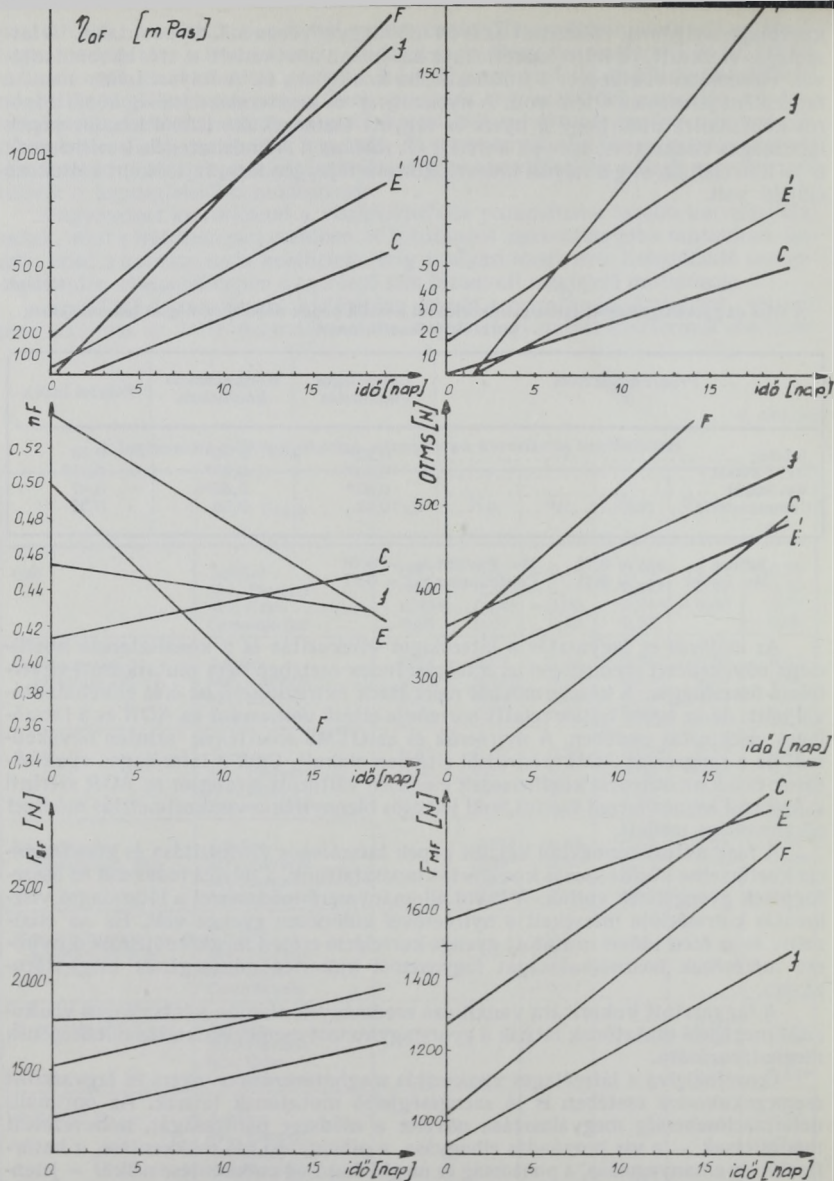
Jubilee $r_{05} = 0,76$ Mv. Favorit $r_{05} = 0,76$
Mv. Sweet $r_{05} = 0,71$ Commander $r_{05} = 0,71$

Az előfőzés és fagyasztás a látszólagos viszkozitás és a konzisztencia koefficiens növekedését eredményezte, a folyási index esetében nem mutatkozott egyértelmű összefüggés. A késztermékből mért Back extrúziós erő az érés előrehaladtával nőtt, de az egyes fajták relatív sorrendje eltérő volt, mint az AOR és a látszólagos viszkozitás esetében. A nyírőerők és az OTMS erőértékek szintén növekedtek, de a rangsor az AOR szerintitől eltérően alakult. Csak a látszólagos viszkozitások és a konzisztencia koefficiensök esetében változott a rangsor az AOR szerinti rangsorral azonos menet szerint, ami jelentős bizonyíték a viszkozimetriás módszer alkalmazása mellett.

A fagyasztott termékből készült pépek látszólagos viszkozitása és konzisztencia koefficiens között szoros korrelációt tapasztaltunk, a folyási indexszel az összefüggések gyengébbek voltak. A többi állománymérő módszerrel a látszólagos viszkozitás korrelációja mérsékelt a nyírőerővel különösen gyenge volt. Ez az eredmény és az érési idővel mutatott gyenge korreláció erősen megkérdőjelezi a nyírőerő mérésének használhatóságát fagyasztott kukorica minőségének meghatározására.

A fagyasztott kukoricára vonatkozó eredmények alapján a látszólagos viszkozitás megfelelő mutatónak látszik a gyorsfagyasztott csemegekukorica minőségének meghatározására.

Összefoglalva a látszólagos viszkozitás meghatározása a nyers és fagyasztott csemegekukorica esetében is jó zseneségjelző mutatónak látszik. Az optimális deformációbesség megválasztása növelte a módszer pontosságát, a bevezetett módosítások – a víz hozzáadás elhagyása, a pihentetési idő csökkentése, a határ-feszültség elhanyagolása, a pontosság és megbízhatóság csökkentése nélkül – jelentősen egyszerűsítették a módszert. Üzemi kísérletek eredményei alapján a nyers kukoricára kidolgozott módszer 1981-ben ipari bevezetésre került az MHV Zalaegerszegi Gyárában.



7. ábra
A fagyasztott termék mechanikai tulajdonságainak változása a nyersanyag szedési ideje függvényében

- (1) *Jenkins, R. R. és Sayre, C. B.*; Food Research 7, 199, 1936.
- (2) *Huelsen, W. A.*; Sweet corn Interscience Publ. Inc. New York 1954.
- (3) *Henry, C. H. és munkatársai*; Food Technology 10, 374, 1956.
- (4) *Geise, C. E. és munkatársai*; Food Technology 5, 250, 1951.
- (5) *Kramer, A.*; Proc. Am. Soc. Hort. Sci. 59, 405, 1952.
- (6) *Crawford, T. M. és Gould, W. A.*; Food Technology 11, 642, 1957.
- (7) *Gould, W. A. és munkatársai*; Ohio Agr. Expt. Research Circular 19 sz. 1953.
- (8) *Culpepper, C. W. és Magoon, C. A.*; J. Agr. Research 34, 413, 1927.
- (9) *Darbyshire, B. és munkatársai*; Auszt. J. Agric. Research 29, 517, 1978.
- (10) *Kramer, A. és Smith, H. P.*; Food Packer 27, 56, 1946.
- (11) *Arnold, C. Y.*; Horticultural Science 9, 78, 1974.
- (12) *Gould, W. A. és munkatársai*; Food Technology 5, 175, 1951.
- (13) *Campbell, J. D. és Mc Kerlie, E. M.*; Can. J. Plant Science 47, 381, 1967.
- (14) *Kramer, A. és Cooler, J. C.*; Proc. Am. Soc. Hort. Sci. 81, 421, 1962.
- (15) *Voisey, P. W.*; Can. Inst. Food. Sci. Techn. J. 4, 91, 1971.
- (16) *Price, J. R. M. és Arthey, V. D.*; The effect of maturity on the quality of sweet corn for canning. 1971. trial Technical Memorandum No. 115. Campden Food Preservation Res. Assoc. 1972.
- (17) *Tung, M. A. és munkatársai*; Can. Inst. Food. Sci. Techn. J. 7, 1, 1974.
- (18) *Tung, M. A. és munkatársai*; Can. Inst. Food. Sci. Techn. J. 7, 136, 1974.
- (19) *Shama, F. és Sherman, P.*; J. Texture Studies 4, 111, 1973.
- (20) A. O. A. C.-methods 1965. 10. kiadás.
- (21) *Holdsworth, S. D.*; J. Texture Studies 2, 393, 1971.

ВИСКОЗИМЕТИЧЕСКИЙ МЕТОД ОПРЕДЕЛЕНИЯ НЕЖНОСТИ СТОЛОВОЙ КУКУРУЗЫ

A. Шебёк и ю. Боди

Метод разработанный для измерения нежности столовой кукурузы основывается на ротационном, ротационном определении кукурузной каши. Нежность лучше всего характеризует мнимая вязкость определяемая при скорости деформации $D = 48,6 \text{ s}^{-1}$. Данный показатель в лабораторных производственных опытах показал тесную корреляцию с нежностью. Замораживание повышает мнимую вязкость кукурузной каши. Качество замороженной кукурузы лучше всего характеризует мнимая вязкость и максимальная сила экструзии «Васк».

EINE MODIFIZIERTE VISKOSIMETRISCHE METHODE ZUR OBJEKTIVEN BEWERTUNG DES REIFEGRADES VOM DELIKATESSEN- MAIS

A. Sebök und J. Bódi

Eine modifizierte viskosimetrische Methode wurde zur Bewertung des Reifegrades vom Delikatessenmais entwickelt. Die optimale Deformationsgeschwindigkeit des Testes, $\gamma = 48,6 \text{ s}^{-1}$ wurde bestimmt. Ein einfaches Flussmodell gemäß dem Potenzgesetzes wurde dabei angewendet. Die scheinbare Viskosität wies einen starken Zusammenhang mit den Parametern der Reife auf. Die Viskosität von Maisbrei wurde durch Gefrierenlassen erhöht. Gefrorener Mais kann durch seine scheinbare Viskosität und durch seine höchste Zurückströmungskraft vom Standpunkt seiner Qualität genügend gekennzeichnet werden.

A MODIFIED VISCOMETRIC METHOD FOR THE OBJECTIVE EVALUATION OF SWEET CORN MATURITY

A. Sebők and J. Bódi

A modified viscometric method was developed for the evaluation of sweet corn maturity. The optimal deformation rate of the test, $\dot{\gamma} = 48.6 \text{ s}^{-1}$ was determined. A simple power law flow model was applied. The apparent viscosity highly correlated with the maturity parameters. Freezing increased the viscosity of the corn slurries. For frozen corn the apparent viscosity and the Back Extrusion maximum force were satisfactory indexes of quality.