

DEBRECENI EGYETEM
AGRÁRTUDOMÁNYI CENTRUM
MEZŐGAZDASÁGTUDOMÁNYI KAR
MEZŐGAZDASÁGI TERMÉKFELDOLGOZÁS ÉS MINŐSÍTÉS
TANSZÉK

NÖVÉNYTERMESZTÉSI ÉS KERTÉSZETI TUDOMÁNYOK
DOKTORI ISKOLA

Doktori Iskola vezető:

† Dr Ruzsányi László MTA doktora
Dr Győri Zoltán MTA doktora

Témavezető:

Dr. Győri Zoltán
egyetemi tanár, az MTA doktora

„DOKTORI (PHD) ÉRTEKEZÉS TÉZIS TERVEZETE”

**ÓSZIBÚZA LISZTEK SÜTÉSI TULAJDONSÁGAINAK
ÖSSZEFÜGGÉSVIZSGÁLATA**

Készítette:

Markovics Erzsébet
doktorjelölt

Debrecen

2004.

*„Az emberi tudomány
legfőbb célja maga az ember.”*

(Kölcsey F.)

*A nemesítő, a kutató,
a mezőgazda, a molnár
és a pék tudománya és átgondolt
a végeredményt szem előtt tartó munkája,
a munkában talált öröme adja
asztalunkra a mindennapi
kenyeret, szolgálva
ezzel az embert.*

(Fekete Zoltánné, Sütőipar, 1991. 4. 08. o.)

1. A kutatás célkitűzései

Alapvető élelmiszerünk a kenyér és péksütemény ~60 % búzalisztből, ~34-36 % vízből készül, ezért minőségüket elsősorban a felhasznált lisztek milyensége határozza meg. Az a liszt a jó minőségű és így elvárt, amelyből nagy térfogatú, rugalmas, nem morzsálódó bélzetű, szabályos alakú, színes, fényes, cserepes héjú, kellemes ízű és szagú kenyeret lehet sütni (MÉ 2-81). A búzaliszt sütőipari alkalmasságát technológiai értékmérő tulajdonságai, vízfelvevőképessége, a tészta fizikai tulajdonságai és enzimes állapota határozzák meg.

A lisztek süthetősége sütéspróbával ítéhető meg a legbiztosabban. A próba eredménye a módszertől is függ, ami a gyakorlati hasznosítás igénye miatt országonként, helyenként, termék fajtánként eltérő. A gyakorlatban szívesebben használják a siker-, tészta- és enzimes állapot mérési módszereket, mert sokkal egységesebbek, pontosabbak és anyag-, eszköz és időtakarékosabbak.

Kutatásom fő célja annak megállapítása volt, hogy az ipari gyakorlatban alkalmazott liszt- és tésztavizsgálati módszerekkel becsülhető-e és hogyan a lisztek sütési teljesítménye, stabil-e a becsülhetőség, vagy ha, mint feltételezhető nem, akkor a módszertani, évjáratí és őrléstechnológiai tényezők milyen hatásával kell számolni és milyen a kapcsolat az egyes módszerek információi között.

2. Irodalmi áttekintés

A sütőipari igényeket a kemény szemű búzák elégítik ki. A szemkeménység alapja, hogy nem vagy csak kis mennyiségben termelődnek ún. lágylító” fehérjék, a puroindolinek (BÉKÉS, 2001).

A gázt visszatartó viszkoelasztikus tészta szerkezet szempontjából az összefüggő fehérjehálózat létrehozására képes sikérlépző fehérjék

mennyiségi és minőségi mutatói fontosak (KOSUTÁNY, 1907). A tészta reológiai viselkedését egyrészt genetikailag kódolt fehérjék határozzák meg. Ma megvan a lehetőség, hogy genetikai manipulációt alkalmazva olyan fehérje termelését provokálják, amilyenre szükség van (MACRITCHIE, 1992)

A fajta jó minőségének realizálódásához megfelelő talajtípus, éghajlat szükséges. A jó minőség kialakulásának harmadik követelménye az optimális tápanyag-ellátottság és a megfelelő agrotechnika. A termelési tényezők mindegyike – elővetemény, talajművelés, vetőmagminőség, vetésidő, tőszám, növényvédelem, betakarítás – hat a minőségre (POLLHAMERNÉ, 1973).

A búzát egészségét megőrizve és a célirányos feldolgozás érdekében minőség szerint elkülönítetten kell tárolni (MONDA et al., 1990).

A búzában rejlő jó végfelhasználói tulajdonságok megőrzése, illetve felszínre hozása a helyes malmi technológiával biztosítható. A lisztek kémiai összetétele az őrlésre kerülő búza kémiai összetételétől függ és változik a liszt típusa és kihozatala függvényében (ATWELL, 2001).

A lisztek sütőipari értékét a tészta gáztermelőképesége és gáztartóképesége határozzák meg. A gáztermelőképeség értékeléséhez a keményítő-amiláz komplex (amilolites állapot) vizsgálatára van szükség. A tészta fizikai tulajdonságaitól függ a feldolgozás számára optimális liszt-víz arány, azaz a liszt vízfelvevőképessége. A fizikai tulajdonságok hatással vannak a megmunkálhatóságra, a lazíthatóságra (gázvisszatartásra), az alaktartásra és végső soron a késztermék alaki és bélzetszerkezeti jellemzőire (AUERMAN, 1984).

A liszt sütőipari alkalmasságának megítélésére a tészta vizsgálata sok kutató szerint informatívabbnak tekinthető a sikérvizsgálatoknál (LÁSZTITY, 1979). A dagasztási próbát végző farinográf / valorigráf lehetővé teszi a vízfelvevőképesség meghatározását, valamint a tésztaképződés

folyamatának és a kialakult tészta további dagasztásának megfigyelését (tésztaalakulási idő, stabilitás, ellágyulás, stb.) (HANKÓCZY, 1938).

A pihentett/kelesztett tésztát nyújtó-szakító műszerek erő-idő diagrammot rajzolnak, melynek jellemzői (ellenállás, nyújthatóság, ellenállás/nyújthatóság, deformációs munka) a tészták/lisztek erősségét jellemzik.

A Chopin alveográf (FARIDI et al., 1987) abban különleges, hogy a tésztát nem egy, hanem minden irányú nyújtással deformálja, miközben buborékká fújja, vagyis a kelő tésztában fejlődő gázbuborék tágulását utánozza. Az alveográfos jellemzők értelmezése megegyezik az extenzográfos jellemzőkével.

A Chopin reofermentométerrel a tészta gáztermelő- és gázvisszatartó-képességét a tészta térfogat változásával együtt lehet nyomon követni.

A lisztek süthetőségének megítélésében a sütési tesztek fontosságát a kutatók többsége elfogadja, sőt elengedhetetlennek tartja. SZALAI, 1990 szerint a próbasütés során derülhetnek ki azok a rejtett liszthibák, melyre nem vizsgáltunk, vagy összegeződhetnek olyan kisebb jelentőségű problémák negatív hatásai, melyek a késztermékre már figyelemreméltó hatást gyakorolnak. A standard próbák minden részletükben azonosak, ilyenkor a lisztek közötti különbségek jól megjelennek. Az optimalizált próbák alkalmazkodnak a lisztek eltérő víz- és dagasztás igényéhez, ami a gyakorlati megfontolásokhoz áll közelebb (POLLHAMERNÉ, 1981.).

A próba-kenyér minősítése térfogat, alak, bélzet, héj, íz és szag vizsgálatával történik.

A búza- és lisztminőség összetett természete, a lehetséges sokféle metodika megköveteli, hogy vizsgáljuk az egyes minőségjegyek súlyát a minőség kialakulásában és keressük a kapcsolatokat és az összhangot az egyes módszerekkel kapott eredmények között. A minőségelemek közötti összefüggések feltárásával és megértésével válhat hatékonyá és

gazdaságossá a minősítő rendszer. A cél a minél egyszerűbb, gyorsabb és informatívabb módszerek kiválasztása és alkalmazása.

3. Anyag és módszer

A vizsgálatokra a 2001-2003 közötti években került sor. Két évjárat mintáinak (2001., 2002.) párhuzamos elemzését végeztem el.

3.1. Vizsgálati minták

A szegedi Gabonatermesztési Kutató Közhasznú Társaság tenyész-kertjeiben (Szeged környéke) azonos termesztési technológiával nevelt 24 kenyérbúza fajta örleményével dolgoztam. A fajták a minőségi ingadozás genetikai hátterét biztosították. A fajták a következők voltak (T-1. táblázat):

T-1. táblázat A kísérletbe vont fajták

Bánkúti 1201	GK Favorit	Jubilejnaja50	GK Miska	GK Sas
GK Cipó	GK Forrás	GK Kalász	GK Mura	GK Szálka
GK Csörnőc	GK Garaboly	GK Malmos	GK Öthalom	GK Szivárvány
GK Dávid	GK Góbé	GK Marcal	GK Pinka	GK Zugoly
GK Élet	GK Jászság	GK Mérő	GK Répce	

Élgép LM és Brabender Quadromat Senior malmon nyertem a liszteket. A Senior malmot csak a 2002. évi minták egy részénél (16 fajta) az őrlési eljárás hatásának megfigyelésére alkalmaztam (É16 és Q16 mintacsoportok).

3.2. Eszközök, módszerek és mérési jellemzők

A T-2. táblázatban összefoglalt minőségi mutatókat határoztam meg.

A metodikai rendszer hatásvizsgálatára a sütéseket az MSZ módszer (MSZ sütés) mellett valorigráffal optimalizált dagasztású kis tömegű (68g)

tésztákkal is elvégeztem (Módosított sütés). A liszt vizsgálatok körét a hazai megszokott MSZ, MSZ-ISO módszerek mellett nemzetközileg elterjedt, az export piacok szempontjából nálunk is egyre fontosabbá váló módszerekkel bővítettem. Glutomatic rendszerben végeztem száraz és nedves siker mennyiség és minőség (gluten index) vizsgálatokat, alveográffal, TAXT Kieffer-féle extenziós szakítással és reofermentométerrel vizsgáltam a tésztákat. A vizsgálatokat legkevesebb két párhuzamosban, vagy ha az eltérés a módszerre megengedett határon túli volt, további ismétléssel végeztem.

3.3. Statisztikai adatfeldolgozás módszerei

Alapvető mutatókat (átlag, szórás, relatív szórás, stb.), eloszlást számoltam és kiugró érték ellenőrzést végeztem, valamint több adatbázis összehasonlítására alkalmas módszerekkel elemeztem az adatokat. Egy és kéttényezős variancia analízist, korreláció analízist, szimpla regressziót, többszörös regressziót lépésenkénti kiválogatással, főkomponens analízist és többszörös regressziót és kanonikus korreláció számítást alkalmaztam (SVÁB, 1979., 1981.). Az összehasonlító és többváltozós vizsgálatokban a szignifikancia szintet $p < 0,05$ értékre választottam. Munkámban a Microsoft Excel 7.0 és a Statgraphic 6.0 statisztikai programokat használtam.

4. Eredmények és értékelés

4.1. A mintacsoportok átlagos általános minősége

A kísérletbe került fajták lisztjei évjáráttól, őrlési eljárástól és próbapipó sütési módtól függetlenül a szokásos hazai minőségjegyeik alapján átlagosan gyenge-közepes sütési minőséget képviseltek. Alacsony nedves sikeértartalom (26,3-28,8%), minimális terület (0,8-1,2 mm), kissé gyenge amilolites funkció (331-369 sec), jó-közepes vízfelvevőképesség (59,6-

T-2. táblázat A jellemzők és módszerek

Jellemző és mértékegysége	Rövidítés	Módszer
Kiőrlés, %	Kiő	KARÁCSONYI, 1970
Liszt nedvességtartalom, % (m/m)	Nedv	MSZ 6369/4-1987
Hamutartalom, szá%	Hamu	MSZ 6369/3-1987
Esésszám, sec	Eszám	MSZ 6369/9-1977
Nedvessikér, % (m/m)*,	Nsikér	MSZ 6369/5-1987
Sikér terület, mm/óra	Ter	MSZ 6369/5-1987
Glutomatic nedvessikér, % (m/m)*,	Glns	ICC Standard 155
Gluten index	GI	ICC Standard 155
Száraz sikér, szá%	Szs	ICC Standard 155
Valorigráfós vízfelvevőképesség, %	Vfk	MSZ 6369/6-1988
Val. értékszám	Értsz	MSZ 6369/6-1988
Val. tézszakialakulási idő, perc	Tki	MSZ 6369/6-1988
Val. tézszakialakulási idő, perc,	Tkil	MSZ-ISO 5530-3:
Val. tézstabilitás, perc	Stab	MSZ 6369/6-1988
Val. sávzélesség, VE	Nyújt	MSZ 6369/6-1988
Val. ellágyulás, VE	Ellá	MSZ 6369/6-1988
Val. ellágyulás, VE,	Ellái	MSZ-ISO 5530-3:
Farinográfós értékszám	FQN	AACC-1983. 54.21
Reofermentométeres max. tézszakmagasság, mm	Hm	Műszerkönyv
Reofer. tézszakemelkedési idő, perc	T1	Műszerkönyv
Reofer. 3. órás tézszakmagasság, mm	h	Műszerkönyv
Reofer. tézszakvisszaesés, %	Tv%	Műszerkönyv
Reofer. max. gáztermelési görbemaxmagasság, mm	Hmg	Műszerkönyv
Reofer. maximális gáztermelés időigénye, perc	T1g	Műszerkönyv
Reofer. összes termelt gáz, ml	Ógáz	Műszerkönyv
Reofer. eleresztett gáz, ml	Egáz	Műszerkönyv
Reofer. visszatartott gáz, %	Vt%	Műszerkönyv
Alveográfós tézszakellenállás, mm	P	AACC-1983. 54.30
Alv. nyújthatóság, mm	L	AACC-1983. 54.30
Alv. görbekonfiguráció	P/L	AACC-1983. 54.30
Alv. deformációs munka, 10 ⁻⁴ J	W	AACC-1983. 54.30
TAXT nyújtási ellenállás, g	Nyell	Műszerkönyv
TAXT nyúlás, mm	Nyú	Műszerkönyv
TAXT munka, g·mm	Munka	Műszerkönyv
TAXT nyújtási értékszám	Nyért	Műszerkönyv
MSZ cipó (nagy cipó) térfogat/100 g liszt, ml	Tf	MSZ 6369/8-1988
MSZ cipó (nagy cipó) alakhiányados	AH	MSZ 6369/8-1988
Elastigráfós bélzetlágyság, EE	D	MSZ 20501/3-1982
Elasz. relatív rugalmasság	R/D	MSZ 20501/3-1982
Elasz. értékszám, EE	EÉ	MSZ 20501/3-1982
Kiscipó térfogat/100 g liszt, ml	Kistf	Módosított saját módszer
Kiscipó alakhiányados	KisAH	Módosított saját módszer

*15%-os nedvességtartalomra átszámítva

64,6%), közepes valorigráfós értékszám (57,7-65,7), B1 minőségi csoport, kis cipótérfogat (332-386 ml/100 g liszt) és széles terület (AH:2,2-2,3) volt

jellemző. A sütési teljesítményt határozottan gyengének lehetett ítélni. A fajták többsége minőségjavításra szorul.

4.2. A jellemzők variálódása a mintacsoportokban

A vizsgált mintacsoportokban (2001., 2002. év, É16, Q16) a mért jellemzők variálódásában maga a jellemző konkrét fajták által képviselt értéktartománya volt az elsődleges meghatározó tényező. Az évjárat és az őrlési mód a vizsgált tulajdonságtól függően kisebb vagy nagyobb mértékben növelte, illetve szűkítette a variációs tartományt. Az alveográfus jellemzők variálódása (Cv%) a mintacsoportoktól függetlenül jól kiegyenlített volt, P értékre 28,8-32,6%, L értékre 22,2-24,3%, P/L értékre 44,9-47,4% és W értékre 27,8-31,6%. Stabilnak mutatkoztak a valorigráfus vízfelvevőképesség (3,9-7,0%), nyújthatóság (11,3-13,3%), a gázvisszatartási% (1,6-2,7) és cipó alaki hányados (MSZ- 6,3-9,6%; kiscipó-10,3-14,5%) mutatók is.

Az alveográfus jellemzőkre a jó variabilitáson túl az alacsony mérési hiba% (<4%) is jellemző volt. Mindkét évben > 10% mérési hibával voltak meghatározhatóak a siker terület, a valorigráfus stabilitás, a reofermentométeres tésztavisszaesés, a maximális gázintenzitás elérési idő, az összes TAXT mutató és az elasztigráfus EÉ jellemzők.

4.3. Páros korrelációk a mintacsoportokban

Korrelációanalízissel érzékelhetővé vált a jellemzők közötti összetett és változékony kapcsolatrendszer. Dominált a szignifikáns, de gyenge-közepes lineáris együtt-járás. Nagyon szoros ($r > 0,9$), illetve szoros ($r = 0,8-0,9$) összefüggés csak a hasonló tartalmú (pl. sikértartalom, egyes tésztajellemzők) tulajdonság-párok között jelentkezett. Még a nagyon szorosan korreláló tulajdonságok sem voltak számíthatók egymásból a mérési hiba alatti becslési hibával.

A sütési minőségijegyekkel szignifikánsan korreláló liszt- és tészta tulajdonságok változtak a sütési mód, az évjárat, fajtakör (2002. év 23 (É23) és 16 fajtaból álló (É16) minták) és őrlési mód, valamint a cipőjellemzők szerint. Ezt igazolják a 3. táblázat eredményei.

3. táblázat Az évjárat, őrlés és sütési mód hatása a korrelációkra

Hatás	Korreláció	MSZ sütés		Módosított sütés	
		Térfogat	AH	Térfogat	AH
2001	0,65-0,8	Nsikér, Vfk, Gln, Szs, Tki, T1, FQN			
	0,5-0,65	Tki, W, Értsz, Tv%		Nsikér, Vfk	Eszám, Ter, GI, Stab, Ellá, Ellál, Nyújt
	<0,5		GI, Ter, Eszám, Stab, Kiő, Tv%, Ellá, Nyújt, Ellál	Nyújt	Kiőrl, Értsz
2002	0,65-0,8	Nsikér, Vfk, Nyújt, h	GI, Tv%		
	0,5-0,65	Glns, Szs, Tki, TkiI, Hmg, T1, Tv%, W, Eszám, Ögáz	h, P, P/L, T1	Vfk, Nsikér, Nyújt, Tki, h, Hmg, Ögáz, W	Stab
	<0,5	Kiőr, P,	Stab, FQN, Hmg, Vt%	Glns, TkiI, Hm	Ellá, Értsz
É16	0,65-0,8	Vfk	Tv%	Ögáz	
	0,5-0,65	Nyújt, Ellá, Ellál, h, T1, Tv%, Hmg	GI, h, Hmg, Szs	Hmg	Értsz, Stab
Q16	0,8-0,9	h			
	0,65-0,8	Hm, T1		Hm, h	GI
	0,5-0,65	Eszám	Eszám	T1, Vfk	Eszám, Ter, Glns, P, W

Minden viszonylatban az MSZ sütési térfogattal több liszt- és tészta tulajdonság mozgott együtt és nagyobb szorossággal, mint a módosított sütés térfogattal. Mindkét évben szerepe volt a sikértartalom, Vfk, valorigráfós tésztaalakulás, reofermentométeres T1 és Tv% és alveográfós

W tulajdonságoknak. Az azonos jellemzők térfogattal mutatott korrelációjának erőssége változott a két évben. A módosított sütési térfogattal Nsikér, Vfk és Nyújt jellemzők mindkét évben korreláltak.

Az őrlési mód változásakor (Q16-ban) és a fajtakör változására (É16) mindkét sütésben csökkent a korreláló tulajdonságok száma és megváltoztak a tulajdonságok. Q16 csoportban MSZ térfogattal a reofermentométeres h, Hm, T1 és esésszám mutatók korreláltak, szemben É16 csoporttal, ahol Vfk és valorigráfós tésztajegyek mutattak együtt-járást. A fajtakör befolyásoló hatását igazolta, hogy É16 és É23 csoportokban csak Vfk és Nyújt jellemzők korreláltak közösen.

Az MSZ AH tulajdonsággal 2001-ben gyengén korreláltak a sikerminőség (GI és terülés), valorigráfós stabilitás és ellágyulás mutatók, valamint a reofermentométeres téstávisszaesési % jellemzők, olyan tulajdonságok, melyek a téstaszervezet stabilitásával hozhatók összefüggésbe. 2002-ben más jellemzők is éreztették befolyásukat. Az őrléssel és fajtakör változással csökkent és megváltozott a korreláló változók köre. A Q16 minták AH-ára csak esésszám gyenge befolyása volt felismerhető.

Módosított sütés AH-át 2001-ben GI, Ter, Stab, Ellá, Ellál, Nyújt és esésszám, 2002-ben Stab, Ellá és Értsz befolyásolták. É16-ban csak valorigráfós jegyek (Stab, Értsz), Q16-ban GI hatott számottevően.

A páros korrelációk alapján kiszámolt lineáris becslő egyenletek a térfogatra a legnagyobb determinációk mellett ($r^2=56-59\%$) 6,8-7,5%-os standard hibával bírtak, míg alaki hányados 18-49%-os determinációval volt csak becsülhető más liszt tulajdonsággal. A páros korrelációkra megbízhatóan nem lehet támaszkodni.

4. 4. Többszörös regressziós összefüggések a mintacsoportokban

A sütési minőségjegyekre több független változó egyidejű figyelembevételével számított lineáris becslő egyenletek változtak a sütési

mód, évjárat és örlési mód és fajtakör függvényében. A többszörös becslés eredményeit a T-4. táblázat mutatja.

T-4. táblázat A többszörös regresszió eredményei

Hatás	2001			2002			É16			Q16		
	R ² %	Hiba %	Vált.	R ² %	Hiba %	Vált.	R ² %	Hiba %	Vált.	R ² %	Hiba %	Vált.
Tfmsz	84,8	4,7	Glns Vfk T1 TkiI	92,7	3,1	Ns Vfk h Hmg	77,6	3,8	Vfk h Hmg	76	3,2	h
AHmsz	55,6	4,5	Ellá, Ellál	76,8	4,8	GI,h Vt%	49,7	7,1	Tv%	25,4		Esz
D	28,7	5,8	Vfk	66	21	Vfk	67,6	22,3	Vfk h	75,1	12,8	Hm Ögáz
R/D	41,6	7,9	Esz	49,5	2,8	Esz T1g	64,3	2	Esz TkiI	39,9	2,2	Tv%
EÉ				61	28	Vfk	73,3	23,9	Esz Vfk	62,1	18,3	Hm
Tfkis	39,9	10,6	Vfk	69	8,2	Hm Hmg Vfk	46,5	7,6	Ögáz	61,7	5,7	h
AHkis	60,1	6,8	Kiő Nyújt	45	8,7	Stab Ellá	35,1	10,6	Stab	68,8	8,9	Esz GI

A legjobb becslés 2002-ben MSZ térfogatra adódott, amikor ~ 93%-os determinációval, ~3%-os hibával négy tulajdonság (nedves siker, vízfelvevőképesség, h és Hmg) bevonásával számítható volt a térfogat. 2001-ben 85%- meghatározottsággal ~5,0% körüli hibával szintén négy jellemzővel (Glns, Vfk, TkiI T1,) volt számítható a térfogat. A kisebb mintaszámú É16 és Q16 csoportokban a becslés jósága romlott. A bevont változók É16-ban a nedves siker kivételével megegyeztek É23-al, míg Q16-ban csak a reofermentométeres h került kiválasztásra. A módosított sütésű

cipótérfogat 2001-ben csak ~40%-os, 2002-ben 69%-os jósággal volt becsülhető ugyanabból a liszt mintaseregből dolgozva. A becslési hibák nagyok voltak (10,6 és 8,2% megfelelően). A kiválasztott jellemző Vfk, és 2002-ben még Hm és Hmg reofermentométeres paraméterek voltak.

A térfogatra kapott többváltozós becslések sikerei arra hívják fel a figyelmet, hogy többféle liszt-és téstvizsgálattal esetleg el lehet jutni megnyugtató biztonságú becsléshez, de ez vitathatatlanul több ráfordítással jár, mint maga a cipósütés. Ebből következik, hogy a sütési próbát a leginkább célszerű alkalmazni.

Az AH jellemző becslése csak nagyobb bizonytalansággal várható. Az alakra kapott becslésekben szereplő valorigráfós mutatók (Nyújt, Ellá, ElláI, Stab) és GI tulajdonságok ismerete segítheti a termékek elvárt alakját biztosító lisztek kiválogatását.

4.5. A független változók hatáselemzése 2002. évi mintacsoportban

A többszörös regressziós egyenletekben meghatározott parciális regressziós együtthatók standardizálásával a független változók hatáselemzése igazolta és számszerűsítette a sütési minőségi tulajdonságok alakulásának összetett természetét, ami a számításon alapuló becslés esetlegességének bizonyítéka. MSZ térfogat változó értelmezésében nedves siker 21% saját, 10,6% egyéb (közvetett, közös), összesen 32%, h jellemző 10% saját és 13% egyéb, összesen 23%, Vfk 7% saját és 14% egyéb, összesen 21%, és Hmg 8% saját és 10% egyéb, összesen 18% hatással vettek részt. A kiscipó térfogatot Hmg 26, Vfk 24 és Hm 20%-ban determinálták és 30% volt a nem azonosított hatások mértéke. MSZ AH-t GI 41, h 22 és Vt% 14%-ban, egyéb ismeretlen hatások 23%-ban magyarázták. Kis AH alakulásában Stab 30%, Ellá 16% s egyéb tényezők 54%-ban érvényesültek.

4.6. Főkomponens analízisek eredményei

Főkomponens analízissel mélyebb részletekben igazolható volt a tézsta- és sütési minőség összetettsége, a becslések esetlegessége. Egyet kell érteni azzal a véleménnyel, miszerint mélyebb, fehérjeanalitikai szinttel összekapcsolva kell az összefüggésrendszert tanulmányozni.

Az analízisbe bevont változók milyensége, száma, fajtakör és őrlési mód függvényében változott a főkomponens súlyok nagysága és eloszlása.

A fontosnak ítélt liszt-, tézsta és kétféle sütés paramétereinek ($p=22$) főkomponens mátrixában 5 főkomponens 82%-ban, a csak liszt- és tézstaparaméterekkel 7 főkomponens 88%-ban, a 26 liszt-, tézsta- és sütési jegyre végzett analízisekben 7 főkomponens 88-91%-ban fedte le a varianciákat. A térfogat az első komponensben vízfellevőképesség, P, P/L, W, h és T1 jellemzőkkel együtt a nagy súlyú változók között szerepelt, de adott töredék varianciákat más főkomponensben is. Az alaki tényező jobban megosztott volt. Jelentős változó és súlyeloszlás eltérést okozott az őrlési mód változása. A főkomponensekben nagy súllyal összevont tulajdonságok nem teljesen egyeztek meg a többszörös regresszió eredményeivel. Az MSZ térfogatot 2002-ben legerősebben determináló nedves siker jellemző a főkomponens analízisben nem a térfogatot legnagyobb súllyal képviselő főkomponensbe került. A két módszer információ tartalma eltérő.

4.7. Többszörös regresszió főkomponens változókkal

A 2002. évre $p=32$ és $p=28$ liszt- és tézstajellemzővel végzett analízis PC változóival az eredeti nagy- és kiscipó térfogat és alak tulajdonságokra elvégzett többszörös lépésenkénti lineáris regresszió analízis eredményei alapján megállapítottam, hogy nincs javulás az eredeti független változókkal végzett becsléshez képest (T-5.táblázat).

T-5. táblázat A 2002. évi eredeti és PC változókkal végzett regresszió

	Eredeti (n=23)			PC p=32 (n=22)			PC p=28 (n=22)		
	R ²	Hiba	Változó	R ²	Hiba	Változó	R ²	Hiba	Változó
Tf	92,7	3,1	Ns,Vfk,h,Hmg	87,9	2,9	1,2,4,5,6,	80,3	3,3	1,2,4
AH	76,8	4,8	Gl,h,Vt%	59	6,3	1,3	68	5,7	1,2,3
Kistf	69	8,2	Hm,Hmg,Vfk	42,1	8,2	1,8	66,9	6,2	4,8,1
KisAH	45	8,7	Stab,Ellá	53,4	8,7	2,5,9	40,6	9,3	2,7

4.8. Kanonikus korrelációs számítások eredményei

Az analízis eredményessége függött a mintaelemek számától, a 16 tagú mintákkal nem sikerült elvégezni. Az analízissel kiemelt „fontos” változókat a T-6 táblázat tartalmazza.

A két sütési módot összehasonlítva egyértelműen az MSZ módszer volt érzékenyebbnek tekinthető. Hat esetben 82-87%-os determinációjú kanonikus egyenletet kaptam. A módosított sütés jellemzőivel a kanonikus egyenletek determinációja 55-73% volt. A különbségért felelős lehet, hogy a módosított sütés teljesen optimalizált volt, míg az MSZ sütés csak részben (azonos dagasztási idők). A nagyobb meghatározottságú egyenletekben térfogat mellett vízfelvevőképesség, nedves siker és értékszám voltak hangsúlyosak. Ez az eredmény az alapvetően sikértartalomra és valorigráfós teljesítményre orientált nemesítés következménye lehet. A reofermentométer is kiemelhető az alkalmazott műszerkörből jóság/alkalmasság szempontjából, hiszen mindkét évben nagy meghatározottsággal jártak együtt jellemzői a térfogattal. Javasolható a műszer/módszer alkalmazása és elterjesztése, mint sütési próbát objektíven kiváltó módszer. A reofermentométer a mérés anyag- és időigényessége folytán sorozat-vizsgálatokra nem alkalmas. Az MSZ sütéspróbákat azonban az ipari (malom, pékség) laboratóriumokban a mérés objektivitásánál fogva jól tudná helyettesíteni.

T-6. táblázat Kanonikus korreláció eredményei

Év	MSZ. sűtés						Módosított sűtés					
	R ²	p	2.csoport	1.csoport	R ²	p	2.csoport	1.csoport	R ²	p	2.csoport	1.csoport
2001	74	0,006	Tf1,0 AH -0,25	Glns 0,99 Kíő 0,58 GI 0,46	53	0,015	AH 0,96 Tf0,19	Tki 1,1 Ellá 0,79 Ért -0,31	66	0,002	AH 0,77 Tf0,57	Vfk 0,57 Esz -0,37 Ért -0,31
	82	0,000	Tf1,0 AH 0,26	Vfk -0,64 Ért -0,51	63	0,002	Tf0,86 AH -0,64	W 1,4 P -0,46 L -0,31	73	0,002	Tf0,6 AH 0,74	Ellá 0,64 Nyújt -0,5 Ért 0,41
	40	0,048	AH 0,98 Tf0,13	Esz -0,51 Ns 0,4 Ter 0,43	87	0,000	TF 0,95 AH -0,46	Ógáz -1,4 Eltg 1,1 T1 0,48	69	0,023	Tf0,97 AH 0,15	h 0,95 Tlg 0,78 T1 -0,65
	84	0,000	Tf 0,99 AH -0,32	Ért 0,87 Vfk 0,54			64	0,005	D -1,2 Tf0,97 AH 0,62	Vfk -0,79 Ns 0,72 Ter 0,34	64	0,09
	2002	86	0,000	Tf 1,01 AH 0,62	Ns 1,1 Kíő 0,43 Szs -0,3	87	0,000	TF 0,65 AH -0,54	h 1,4 T1 -0,58 Hm -0,54 Hmg -0,5 Tlg 0,35	55	0,014	Tf1,0 AH 0,15
55		0,036	AH -0,9 Tf 0,21	GI 1,26 Glns 0,89 Szs -0,43	85	0,000	Tf 1,0 AH 0,37	Vfk 0,53				

5. Új és újszerű tudományos eredmények

1. Megállapítottam, hogy az alveográfus vizsgálat érzékenységében és pontosságában az egyik legkedvezőbb téstvizsgálati módszer, a mérési hiba 4% körüli. A TAXT és egyes valorigráfus és reofermentométeres vizsgálati jellemzők mérési hibája meghaladta a 10%-ot.
2. A páros korrelációk alapján a térfogattal jellemzően a siker tartalom, a vízfelvevőképesség, a valorigráfus téstakialakulási idő és nyújthatóság, a reofermentométeres téstamagasság, téstavisszaesés, gáztermelés- és visszatartás, alveográfus W paraméter mutattak több mintacsoport esetében együttjárást ($r=0,5-0,8$).
3. Az alaki tulajdonság gyengébben korrelált a sikerminőség (gluten index, sikerterület), a valorigráfus-, a reofermentométeres- és alveográfus téstajellemzőkkel és az esésszámmal ($r=0,4-0,7$).
4. Többszörös lineáris regresszióval vagy nem javul a sütési jegyekre irányuló becslés vagy csak többféle liszt- és téstvizsgálattal érhető el, ami miatt a biztos sütési minőségi előrejelzéshez sütési próbát kell végezni.
5. Új eredmény, hogy számszerűen is meghatároztam egy mintacsoportra a statisztikai becslésbe vont változók relatív hatását és ezzel a kapcsolatrendszer egy konkrét felépítését.
6. Megállapítottam, hogy a főkomponens analízis és a főkomponens regresszió módszertanilag nem segíti a sütési minőség előrejelzését a közvetlen többszörös regresszióhoz képest.
7. A kanonikus korreláció alkalmazása a minőségvizsgálat egyes szintjein mérhető tulajdonságok, mint csoportok közötti együtt járás vizsgálatában újszerű. A vizsgált anyag nemesítési orientációjának megfelelően a szabványos sütési módszerrel mért térfogat és alak kanonikus változója szoros, 82-87%-os determinációjú egyenleteket adott a liszt- és téstvizsgálati tulajdonságokkal számított kanonikus változókkal,

melyekben nedves siker, vízfelvevőképesség, értékszám, valamint reofermentométeres jellemzők kaptak jelentőséget.

8. Megállapítottam, hogy a reofermentométer a sütési minőség becslésére a vizsgálatokhoz használt egyéb műszereknél jobban alkalmas, mivel mind a két évben nagy meghatározottsággal jártak együtt jellemzői a térfogattal. Javasolható a műszer alkalmazása és elterjesztése, mint a sütési próbát helyettesítő módszer.
9. Megállapítottam, hogy a sütési térfogatra a többváltozós statisztikákkal is csak esetlegesen lehet szoros becslést jelentő egyenletekhez eljutni. A sütéspróba igazolt elsődlegessége módszertani fejlesztésre hívja fel a figyelmet. A sütéspróbát minden részletében objektív alapokra kell helyezni.

6. Az eredmények gyakorlati hasznosíthatósága

1. Az elvégzett vizsgálatok, adatelemzés és értékelés alapján a sütőipari szempontú búza-, illetve liszt minőség előrejelzésben a sikértartalom és minőség, a valorigráfos vizsgálat és az esésszám eredményeire szükséges változatlanul támaszkodni. A valorigráfos vízfelvevőképesség és értékszám mellett figyelemmel kell lenni a tésztakialakulási idő, különösen az MSZ-ISO szerint mért tésztakialakulási idő értékére. A görbe szélesség, ellágyulás és a Glutomatic rendszerben meghatározott gluten index az alaki tényezőre való előrejelzésben hasznosnak ítéltetők.
2. A biztos döntést a liszt sütési alkalmasságáról direkt sütési próba alapján lehet megtenni. Bár a vizsgálatok szerint ez az MSZ sütéspróbával is eredményes lehet, mindez nem zárja ki a módszerfejlesztést, amire a gyakorlati igényekhez való jobb alkalmazkodás miatt lenne szükség. A valorigráffal optimalizált dagasztást tovább kell vizsgálni. A kenyérsütő

gépeket, mint az objektív minősítés lehetséges eszközeit ajánlom alkalmazhatósági és összehasonlítási kísérletekben kipróbálni.

3. A sütési lehetőségek hiányában jelentősen javulhat a süthetőségre irányuló becslés jósága, ha fermentációs próbának vetik alá a liszteket. Erre javasolható a Chopin reofermentométer. Árfekvése a hasonló Brabender műszerhez (maturográf) viszonyítva lényegesen kedvezőbb. A nagyobb malmokban és sütődékekben, de a nemesítő intézetekben is a fajtaszelekcio későbbi stádiumaiban ajánlom alkalmazni.
4. Az alveográf kis mérési hiba melletti vizsgálati lehetőséget biztosít. Jellemzői a cipóminőséggel úgy tűnik, biztonsággal nem összekapcsolhatóak. A lisztek tésztaalakban történő technológiai összehasonlítására alkalmasnak ítéltető.
5. A TAXT módszer az általam végzett minta-előkészítéssel nem javasolható, mint technológiai minőséget becselő módszer.

7. Az értekezés témakörében megjelent publikációk

VÉHA A., **MARKOVICS E.** (1997): Összefüggésvizsgálatok búzafajták minőségjegyei között. MTA-MÉTE-KÉKI 287. Tudományos Kollokvium Budapest. 1997. november 28. 260. füzet 4.p.

VÉHA A., **MARKOVICS E.**, GYIMES, E. (1998): Búzafajták malomipari és sütőipari minősége közötti összefüggések vizsgálata. VI. Nemzetközi Agrárökonómiai Tudományos Napok, 1998. március 24-25. Gyöngyös. Konferencia Kiadvány IV. kötet. 298-303.p.

VÉHA A., **MARKOVICS E.**, GYIMES E. (1998): Búzalisztek minőségmutatóinak komplex vizsgálata. III. Nemzetközi Élelmiszertudományi Konferencia, 1998. április 28-29. Szeged. Abstract: 56-57.p.

MARKOVICS E., VÉHA A., GYIMES E., HORVÁTH Zs. (1998.): Összefüggés vizsgálatok a hazai és a nemzetközi lisztminősítő módszerek között. MTA-MÉTE-KÉKI XII. Élelmiszertudományi Konferencia, 1998. május 28-29. Budapest. Abstract: 16.p.

VÉHA A., **MARKOVICS E.**, (1998): Correlation between wheatflour quality parameters (poster). 16th ICC Conference 1998. May 9-12. Bécs, Ausztria, Abstract: 1447.p.

MATUZ J., VÉHA A., **MARKOVICS E.** (1999): Az évjárat hatása szegedi őszibúza-fajták alveográfus minőségére. Növénytermelés 48. 2. 115-124.p.

MATUZ J., **MARKOVICS E.**, VÉHA A. (1999): Őszibúza-fajták lisztjének technológiai minőségi tulajdonságai közötti összefüggések vizsgálata. Növénytermelés, 48. 3. 243-253.p.

MATUZ J., VÉHA A., **MARKOVICS E.** (1999): Az évjárat hatása a szegedi őszibúza-fajták alveográfus minőségére, nedves sikértartalmára és farinográfus értékére. Magkutatás, termesztés, kereskedelem, XIII. évf. 6. 10-14.p.

MARKOVICS E., TOMPA A., MATUZ J., VÉHA A. (2000): Őszi búzafajták minősítése reofermentométerrel. VI. Növénynevelési Tudományos Napok, 2000. március 08-09. Budapest. Konferencia Kiadvány: 23.p.

GYIMES E., VÉHA A., **MARKOVICS E.** (2000): Aestivum búzák szemkeménységének és lisztminőségi paramétereinek vizsgálata. VI. Növénynevelési Tudományos Napok, 2000. március 08-09. Budapest. Konferencia Kiadvány. 51.p.

MARKOVICS E., MATUZ J., VÉHA A. (2000): Dough examination with Rheofermentometer. IV. Nemzetközi Élelmiszertudományi Konferencia. 2000. április 27-28. Szeged. Konferencia Kiadvány: 71-72.p.

VÉHA A., GYIMES E., **MARKOVICS E.**, MATUZ J. (2000): Relationship between the kernel-hardness and flour quality remarks by some different Hungarian wheat varieties. ICC 14th "Cereal Bread 2000" conference. Novi Sad, Yugoslavia. Proceeding: 126-134.p.

MARKOVICS E., VÉHA, A. (2000.): A búza minőségének vizsgálata különböző módszerekkel. MTA-MÉTE-KÉKI XIII. Élelmiszertudományi Konferencia, 2000. május 25. Budapest. Összefoglaló: 55.p.

MARKOVICS E., VÉHA A. (2000): Őszi búzák tészta tulajdonságainak összehasonlítása két év adatai alapján. MTA-MÉTE-KÉKI 300.Tudományos Kollokvium, 2000.11.24. Budapest. 273.füzet. 6.p.

VÉHA, A., GYIMES, E., **MARKOVICS, E.** (2001): Correlation between the Kernel Hardness Values and the Rheological Test Values by Hungarian

Winter Wheat Varieties. II. International Wheat Quality Conference. 2001.05.20-24. Kansas State University, Manhattan, USA. (poster)

VÉHA A., GYIMES E., **MARKOVICS E.** (2001): Búzafajták szemkeménységének összehasonlító vizsgálata. „Innováció, a tudomány és a gyakorlat egysége az ezredforduló agráriumban”, 2001.05.17-18. Gödöllő. Konferencia Kiadvány: 379-385.p.

MARKOVICS E., GYŐRI Z. (2001): Őszi búzák tésztareológiai összehasonlítása. „Innováció, a tudomány és a gyakorlat egysége az ezredforduló agráriumban”, 2001.05.17-18. Gödöllő. Konferencia Kiadvány: 386-391.p.

MARKOVICS E. (2001): Sütőipari szempontú búzaliszt minőség vizsgálata. SZTE SZÉF Tudományos Közlemények 22. 90-102.

MARKOVICS E. (2001): Búzafajták sütőipari minőségének komplex vizsgálata. II. Növénytermesztési Tudományos Nap. 2001.11.26. Budapest, Összefoglaló: 50.p.

Markovics, E. (2002): Búzafajták sütőipari minőségének komplex vizsgálata. II. Növénytermesztési Tudományos Nap. Proceeding: 251-257.p.

MARKOVICS E. (2002): Őszi búzák reofermentométeres minősége Szegeden a 2000. évben (előadás) VIII. Növénytermesztési Tudományos Napok, 2002.02.12-13. Budapest. Konferencia Kiadvány. 88.p.

MARKOVICS E. (2002): Sütőipari minősítő vizsgálatok összehasonlító értékelése (PhD témaismertető előadás) SZAB Munkabizottsági ülés. 2002.05.22. Szeged

VÉHA A., GYIMES E., **MARKOVICS E.** (2002): Relationship among the kernel hardness and flour quality parameters of different Hungarian breadwheat varieties (poster), ICC Conference 2002.05.26-29. Budapest, Hungary. Abstracts: 115.p.

MARKOVICS E. (2002): Study of wheat flour quality-evaluation on baking standpoints (poster), ICC Conference 2002.05.26-29. Budapest, Hungary. Abstracts: 112.p.

MARKOVICS E. (2002): Sütési minőséget befolyásoló liszt tulajdonságok vizsgálata (előadás, proceeding-CD), V. Nemzetközi Élelmiszertudományi Konferencia, 10.24-25., Szeged.

MARKOVICS E., VÉHA A., GYŐRI Z. (2002): Sütési minőséget befolyásoló liszt tulajdonságok vizsgálata (poszter), Jubileumi Tudományos Ülés. MTA Mezőgazdasági Kutatóintézete. 2002.11.19., Martonvásár, Proceeding: 211-219.p.

MARKOVICS E. (2002): Liszt tulajdonságok vizsgálata a sütési teljesítmény szempontjából. (előadás) SZAB Műszaki Szakbizottsági ülés. 2002.11.07. Szeged.

MARKOVICS E. (2002): Liszt tulajdonságok vizsgálata a sütési teljesítmény szempontjából. (előadás) SZAB Munkabizottsági ülés, 2002.11.08. Szeged.

MARKOVICS E. (2002): Sütési minőséget befolyásoló liszt tulajdonságok vizsgálata. Sütőiparosok, pékek, XLIX. 8. 27-30.p.

MARKOVICS E., MÁRKI Sz., VÉHA A. (2003): Őszi búzák minősítése TAXT-Kieffer-féle tészta-szakítási próbával. IX. Növénynevelési Tudományos Napok. 2003. márc. 5-6. (előadás). Konferencia Kiadvány. 69.p.

VÉHA A., GYIMES E., MARKOVICS E., KRISTÓF K. (2003): Multifunctional Analysis of Hungarian Aestivum Wheat Varieties. Pacific Rim Meeting. Wheat Quality Management and Processing Into the 21st Century. 2003.03.17-19 Waikiki. USA. (poster) Abstract: 22.p.

MARKOVICS E., GYŐRI Z., VÉHA A. (2003): Application of TAXT Kieffer dough extension test to quality characterisation of winter wheat varieties. International Symposium of Milling, Bakery and Contiguous Aeras. 2003.06.05-07. Nagyszeben. Románia. (előadás)

Véha, A., Gyimes, E., **Markovics, E.** (2003): Correlation between the kernel hardness and the rheological characteristics of Szeged winter wheat varieties. International Symposium of Milling, Bakery and Contiguous Aeras. 2003.06.05-07. Nagyszeben. Románia. (előadás)

MARKOVICS E. (2003): Újabb eredmények őszi búzák sütési tulajdonságainak kapcsolatáról. Tudományos Tanácsülés a Magyar Tudomány Napja alkalmából. SZAB. 2003.11.07. Szeged. (előadás)

GYIMES E., MARKOVICS E., VÉHA, A. (2004): Relationships between the physical characteristics and dough rheological properties of winter wheat (*Triticum aestivum*) varieties. 2nd Central European Congress of Food. 2004.26-28. April. Budapest, Hungary. Abstracts: 245.p.