



**ÉLELMISZERTUDOMÁNYI ÉS TECHNOLÓGIAI INTÉZET**

**ASTRIÉ KŐMALOM ÉS HENGERMALOM  
ÖSSZEHASONLÍTÁSA VEGYESEN VETETT FRANCIA  
BÚZAKEVERÉKKEL**

Comparison of Astrié stone mill and rolling mill with mixed sown French  
wheat mixture

**TDK dolgozat**

**Készítette:** **Illés Vince Levente**  
DB9O3D  
Élelmiszermérnök BSc  
Levelező tagozat  
Budai Campus

**Témavezető:** **Kóczán Györgyné dr. Manninger Katalin**  
Egyetemi Adjunktus  
MATE Egyetem  
Élelmiszertudományi és Technológiai Intézet  
Gabona és Iparnövény Technológiai Tanszék

**OTDK szekció: Agrártudományi szekció**

**Budapest  
2022.**

# Tartalomjegyzék

|       |                                             |    |
|-------|---------------------------------------------|----|
| 1     | Bevezetés.....                              | 1  |
| 2     | Célkitűzés .....                            | 2  |
| 3     | Irodalmi áttekintés.....                    | 3  |
| 3.1   | Triticum aestivum búza.....                 | 3  |
| 3.1.1 | Fehérjetartalom.....                        | 4  |
| 3.1.2 | Szénhidráttartalom.....                     | 5  |
| 3.1.3 | Lipidtartalom .....                         | 6  |
| 3.2   | Az őrlés .....                              | 6  |
| 4     | Anyagok és módszerek.....                   | 8  |
| 4.1   | Vizsgált anyagok.....                       | 8  |
| 4.2   | Labormalom .....                            | 8  |
| 4.3   | Astrié malom.....                           | 9  |
| 4.4   | Őrléskihozatal .....                        | 11 |
| 4.5   | Pekározás .....                             | 11 |
| 4.6   | Szitaanalízis .....                         | 11 |
| 4.7   | Sartorius MA50 automata nedvességmérő ..... | 12 |
| 4.8   | Sikérvizsgálatok.....                       | 13 |
| 4.8.1 | Sikértartalom meghatározása.....            | 13 |
| 4.8.2 | Sikérindex meghatározása .....              | 14 |
| 4.8.3 | Sikér terület meghatározása .....           | 14 |
| 4.9   | Farinográfós vizsgálat.....                 | 15 |
| 4.10  | Mixolab 2 vizsgálat .....                   | 16 |
| 5     | Kísérleti eredmények és értékelésük .....   | 19 |
| 5.1   | Őrléskihozatal eredménye.....               | 19 |
| 5.2   | Pekározás eredménye.....                    | 19 |

|     |                                   |    |
|-----|-----------------------------------|----|
| 5.3 | Szitaanalízis eredménye .....     | 20 |
| 5.4 | Nedvességtartalom eredménye ..... | 25 |
| 5.5 | Sikérvizsgálatok eredménye .....  | 25 |
| 5.6 | Farinográf eredménye .....        | 27 |
| 5.7 | Mixolab 2 eredménye .....         | 31 |
| 6   | Összefoglalás.....                | 36 |
| 7   | Irodalmi hivatkozások .....       | 37 |

## 1 Bevezetés

A búza Európa és egyben hazánk egyik legfontosabb gabona növénye, itthon több, mint ötmillió tonnát takarítanak be évente. (STADAT – 6.4.1.7. *A búza termelése (2000–)*, é. n.) A belőle készített liszt sok termék alapanyaga, ezért nem mindegy milyen minőségű és beltartalmú alapanyagot használunk. Hazánkban rengeteg különböző kapacitású malommal lehet találkozni, a modern malmok lisztkihozatala meghaladja a 80 %-ot. Ez azt is jelenti, hogy nagyon kevés alkotó nem kerül bele a fehér lisztbe a gabonából. A liszt tulajdonságai azonban nagyban befolyásolják a belőle készített tészták feldolgozhatóságát és a termékek minőségét.

Dolgozatomban a *Triticum aestivum* búza őrlésén keresztül szeretném bemutatni a mai modern malmok alternatíváját, ami ugyan nem tud olyan mennyiséget előállítani, de a tervezők állítása szerint megőrzi a liszt a búza teljes beltartalmi értékét. Ez a malom a francia Astrié testvérek fejlesztése. A lassú fordulatú gránitkövek közötti őrlés technológiáját az 1950-es években fejlesztették ki. (*Malom*, é. n.; *MOULIN ASTREIA*, é. n.) Véleményem szerint napjainkban, a piaci versenyben kétféleképpen lehet előnyt szerezni: egyik a nagy mennyiség, a másik a kimagasló minőség előállítása. Ezzel a technológiával egyértelmű, hogy aki ezt a malmot használja, az a minőséggel szeretne kitűnni a piacon.

Kutatásom során egy biogazdaságtól kapott, általuk őrlött lisztet hasonlítok össze ugyanazon tételből származó gabonával, amit labormalom segítségével őrlök meg. A labormalom lisztkihozatala 70% körül van, ami nem felel meg a mai modern malmok kihozatalának, de egy kimagasló hatékonysággal működő, kísérletre kifejlesztett eszköz. A lisztek vizsgálatát különböző eljárásokkal végeztem, aminek célja, hogy megállapítsam és összehasonlítsam a lisztek beltartalmi értékét. Ezen értékek alapján lehet magyarázatot kapni a malmok technológiái közötti különbségekből eredő minőségi eltérésekre.

## 2 Célkitűzés

Dolgozatomban a hagyományos malmoktól eltérő felépítésű gránitköves Astrié malommal őrölt búza lisztminőségét hasonlítom össze a labormalommal őrölt gabonával. Vizsgálatom alapja, hogy az Astrié malommal őrölt búza teljes beltartalmi értéke megjelenik a lisztben. A Csoroszlya farm jóvoltából sikerül ugyanazt a gabonát vizsgálnom, mert rendelkezésemre bocsátottak az Astrié malmukban őrölt lisztből, illetve kaptam a kísérletek elvégzéséhez ugyanebből a tételből szemes búzát is.

Az alábbi vizsgálatok elvégzésével hasonlítom össze a különböző malmokból kapott liszteket:

- Pekározás
- Nedvességtartalom meghatározása
- Nedves siker tartalom meghatározása
- Sikérindex vizsgálata
- Farinográfus vizsgálat a lisztek vízfelvevő képességének és a belőlük készült tészta reológiai tulajdonságainak meghatározásához
- Komplet tészta vizsgálat Mixolab berendezéssel, ami szintén vizsgálja a liszt vízfelvevő képességét és reológiai tulajdonságait, de emellett a hőkezelés változásait és az enzim tevékenységet is nyomon lehet követni

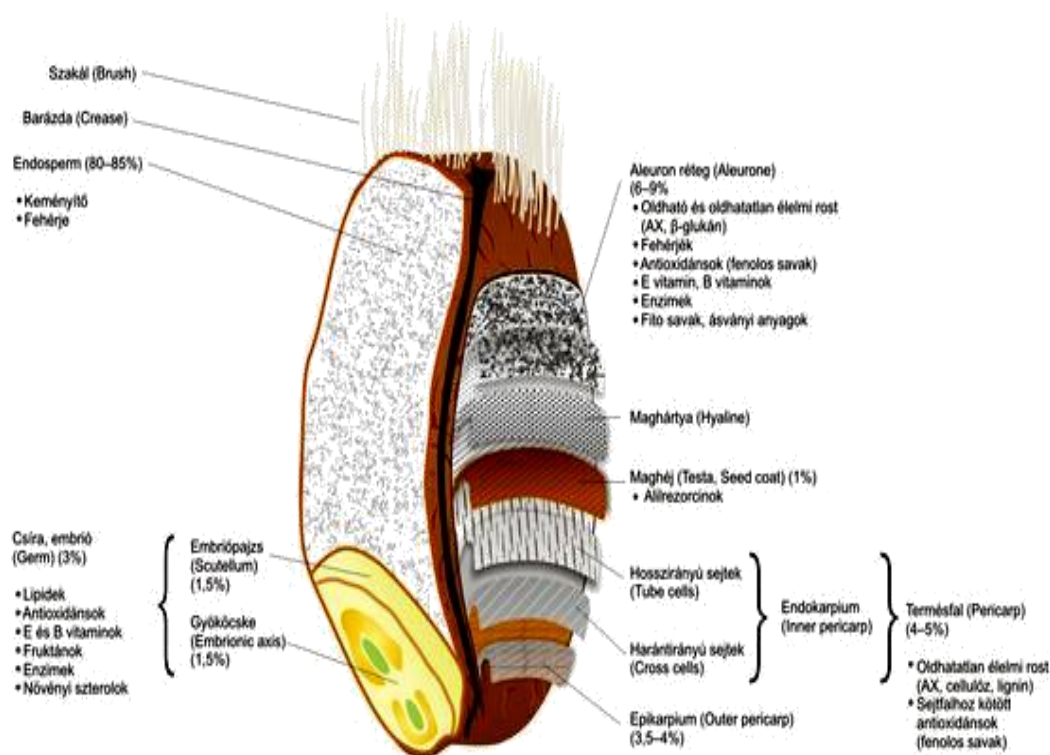
### 3 Irodalmi áttekintés

A liszt minősége becslések szerint 75%-ban a búza minőségétől és 25%-ban az őrlés technológiájától és beállításától függ. (Posner & Hibbs, 2005a) Napjainkban a nagyipari malmok nem egy búzát használnak az őrlésnél, hanem egy keveréket, ami óriási silókban van raktározva. Mivel több beszállítótól származnak a magok, ezért még fajtán belül is lehetnek eltérések, amik a környezeti adottságokra vezethetők vissza. Ahhoz, hogy a felhasználók közel azonos minőséggel találkozzanak, a gabona beltartalmi tulajdonságainak vizsgálatára van szükség. Ezt egészíti ki a modern őrlés, aminek fontos feladata, hogy a búza alkotóit, korpa, csíra és endosperm, hatékonyan elkülönítse.

A búzák közötti minőség egyik fő tényezője a fajta. A 14 változat összesen 30 000 fajtája közül valamelyik megtalálható az Antarktistól leszámítva minden földrészen, de ezekből nagyjából csak 1000 fajta, ami kereskedelmi szempontból lényeges. (Posner & Hibbs, 2005a) A búza jelentőségét mi sem bizonyítja jobban, hogy a 2020/2021-es adatok szerint a világon közel 775 millió tonnát termesztettek. (*Production of Wheat Worldwide 2021/2022*, é. n.)

#### 3.1 *Triticum aestivum* búza

A közönséges búza vagy kenyér búza (*Triticum aestivum*) hazánkban és a világon is a legelterjedtebb faj. Jelentőségét a kenyérfeldolgozás, valamint a sütő- és cukrászipar számára a sikéreképző fehérjék adják. A sikért két vízben nem oldódó fehérje, a gliadin és glutenin alkotja. A sikéreképző fehérjék képesek a vizet megkötni, és egy rugalmas anyagot hoznak létre, ami a kovász vagy élesztő által képzett gázokat meg tudja tartani, és a rugalmassága révén a gázok feszítő hatása miatt nyúlni is képes. A siker mennyisége és minősége fontos tulajdonsága a gabonának, hiszen ez az egyik tényezője a sütőipari értéknek. (*SZÁNTÓFÖLDI NÖVÉNYTERMESZTÉSTAN*, é. n.)



Surget és Blanton 2005, van der Kamp 2009

1. ábra Búzaszem felépítése (A búzakeményítő és az egészséges táplálkozás, é. n.)

### 3.1.1 Fehérjetartalom

Fehérjetartalom meghatározásnál a gabonaszem tömegéhez viszonyítunk, ezért a mag nedvességtartalma is meghatározó. A 14% nedvességtartalmú búza fehérjetartalma 10 és 16% között változik. A búzaszem 80-85%-át az endosperm rész adja, aminek fehérjetartalma 10-15% között van. Ezen kívül jelentős a fehérjetartalma a csírának is, ami 34%. A korpa is tartalmaz 15-18% fehérjét, ami nagy része az aleuron rétegben található. Az őrlés során azonban csak az endosperm részben található fehérje kerül a lisztbe, hacsak nem teljes kiőrlésű lisztről beszélünk. (Awika és mtsai., 2011; Finnie & Atwell, 2016c)

Thomas Osborne a fehérjéket oldhatóság szerint négy csoportra osztotta fel: vízben oldódó (albumin), híg sóoldatban oldódó (globulin), 70%-os alkoholban oldódó (prolamin) és híg savban vagy lúgban oldódó (glutelin) fehérjék. A búza fehérjéi közül a prolaminok nagyjából 45%-ot tesznek ki, míg a glutelinek 35%-ot. Ez a két csoport tartalmazza a sikéerképző

fehérjéket, a gliadin prolamin, míg a glutenin a glutelin csoportba tartozik. A búza teljes fehérje tartalmának 15%-át teszik ki az albuminok és 5%-át a globulinok, ezek nem játszanak szerepet a sikérképződésben, sőt ezeket a fehérjéket kell eltávolítani a sikérmosás alkalmával. (Finnie & Atwell, 2016c)

Táplálkozás élettani hatását vizsgálva a búza fehérje nem tartozik az értékes fehérjék közé, mert biológiai értéke kicsit több mint a fele az állati eredetű fehérjéknek. Ezt az alacsony esszenciális aminosav tartalom okozza, limitáló aminosav a lizin. (Awika és mtsai., 2011; Finnie & Atwell, 2016c)

### **3.1.2 Szénhidráttartalom**

Szénhidrát tartalom esetén külön kell választani az élelmi rostot és az egyéb szénhidrátokat, ami kevés cukor és jelentős mennyiségű keményítő formájában található. Az endosperm szénhidráttartalma 80-85% között van, ezen kívül minimális, 1-2% körüli a rost tartalom. Ezzel szemben a korpa rosttartalma 40-45% között található, ami teljes kiőrlésű gabonák esetén az élelmi rost bevitelt növeli. E mellett 15-18% egyéb szénhidrátot tartalmaz. A csíra rost tartalma is viszonylag magas 15-18%, de az egyéb szénhidráttartalma is 35%. A roston kívüli szénhidrát legnagyobb részt keményítő, ami a mag tartaléktápanyaga. (Awika és mtsai., 2011)

A keményítő tartalom függ a mag fehérje tartalmától, ezek aránya nagyban befolyásolja a gabona minőségét. A keményítőszemcséket szorosan körül veszik a sikérképző fehérjék, ennek következtében a mag metszésfelülete üveges lesz, ezt hívjuk acélosságnak. A keményítő olyan poliszacharid, ami a növények esetén a tartalék tápanyagot biztosítja. A több egyszerű cukormolekulából felépülő keményítőt a mag vissza tudja bontani glükózzá, amikor a csírázásnál táplálékra van szüksége. A keményítő két glükózipolimerből épül fel, az egyik az amilóz, ami csak egyenes kapcsolatot tesz lehetővé az egyszerű cukormolekulák között, ezzel szemben az amilopektin elágazó szénláncokat alkot. A két polimer között lényeges különbség még, hogy az amilóz kevesebb glükóz molekulából épül fel, és a fehérjékhez hasonlóan fel tud tekeredni, míg az amilopektin sokkal több glükóz egységből áll, de a kötések miatt nem tud hélix szerkezetet kialakítani. (Finnie & Atwell, 2016c; Posner & Hibbs, 2005a)

Más poliszacharidok is találhatók a magban, de a felépítésük eltér a keményítőtől, ezek leggyakrabban hemicellulóz molekulák. A hemicellulóz nem egységes felépítésű, több monomerből áll, amik lehetnek xilóz, galaktóz, ramnóz molekulák, ezek térhálós szerkezetet alakítanak ki. Habár kis mennyiségben vannak jelen a lisztet adó endosperm részben az aleuron rétegben jelentős mennyiségben találhatók, és a nagy vízmegkötő képességük miatt befolyásolják a liszt minőségét. (Finnie & Atwell, 2016c) Mivel az aleuron réteg a korpával eltávolításra kerül, ezért ez szintén csak a teljes kiőrlésű lisztekre van hatással.

### **3.1.3 Lipidtartalom**

A búza zsírtartalma 2,5% és 3,5% között van. A lisztet adó endosperm részben 1% körüli a lipid tartalom, amit leginkább a sejtmembránok adnak. A csíra és a korpa jóval magasabb lipidtartalommal bír (csíra 12%, korpa 4,5-5,5%). A lipidek közül a tokoferol és a karotinoidok amiket meg kell említeni. Előzőtt antioxidáns hatása miatt, míg a karotinoidokat a sárga pigmentáltság miatt. (Awika és mtsai., 2011; Finnie & Atwell, 2016c) A zsírok esetében is meg kell említeni, hogy a mai őrlmények minimális zsírt tartalmaznak, mert nem kerül bele a lisztbe a korpa és a csíra sem.

## **3.2 Az őrlés**

Régebben az őrlésnek csak egy feladata volt, hogy a gabonát olyan finomra törje össze, amiből tésztát lehet készíteni. Ezt különböző módon érték el a kor fejlettsége szerint. Ókori leletek bizonyítják, hogy a gabonát nem csak kövekkel vagy mozsárban törték, hanem szitákat is használtak az akkori „molnárok”. Az első mechanikus malom két egymáson levő kőkorong volt, amit kézzel forgattak. Később ezeket már olyan méretűre készítették, hogy állatokkal hajtották a malomköveket. A malmok következő állomása a természeti erővel történő hajtás volt, ahol a területi adottságoknak megfelelően alakítottak ki szélmalmokat vagy vízimalmokat. A szemek folyamatos csökkentése, amit manapság is alkalmaznak a malmokban a XIX. században hazánkból eredeztethető. (Finnie & Atwell, 2016b) A mai modern malmok is alkalmazzák ezt a technológiát, hogy nem egy lépésben őrölik a gabona magot liszt méretűre, hanem több lépcsőn keresztül jutnak el a megfelelő méretig. Ezt a

folyamatot emeletes malmokkal valósítják meg, ahol a mag és az őrlemény lefelé a gravitáció hatására mozog, míg a felfelé történő mozgást fluidizációval valósítják meg. Ganz és Mechwart a XIX. század végén szabadalmaztatták a kéregöntvényes henger használatát a porcellán hengerek helyett. Ezzel az új hengerszékkal a linzi kiállításon első helyezést értek el. Ezt a technológiát, a hengerek kialakításánál, a mai napig alkalmazzák a modern hengerszékes emeletes malmoknál is. (Mikus, 1993) Jelenleg a malmoknak nem csak az őrlés a feladata, hanem egy sokkal összetettebb rendszerben működnek. Ez a rendszer négy részre osztható Posner & Hibbs (2005b) nyomán:

1. Az endosperm résztől eltávolítjuk a csírat és a korpát,
2. A kis korparészek eltávolítása a nagyobb endosperm részekről,
3. Az őrlött endosperm részből leválasztani a liszt méretű frakciót,
4. Rost eltávolítása a másik három folyamatnál nyert endosperm résztől.

## **4 Anyagok és módszerek**

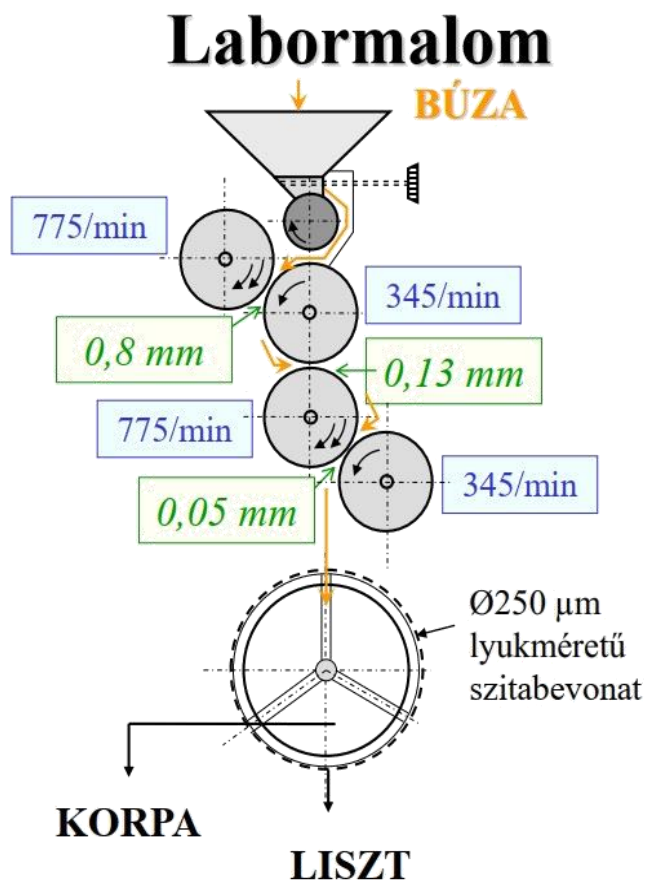
### **4.1 Vizsgált anyagok**

A malmok összehasonlításához lisztet és gabonát használok, mind a kettőt a Csoroszllya farm bocsátotta rendelkezésemre, ugyanabból a tételből. A gabona a francia paraszti vetőmaghálózatán keresztül összegyűjtött fajtákból összeállított vetőmag keverék.

A gabonából őrölt lisztet a farm birtokában lévő Astrié malommal őrölték, míg a szemes terményt a laborban található malommal őröltem lisztté.

### **4.2 Labormalom**

A malomban négy rovátkolt henger található, amik egymással szemben forognak. Két egymással szemben lévő henger forgási sebessége eltérő. Az első henger egy úgynevezett gyors forgású, aminek 775 fordulat/perc a sebessége. Ezzel szemben egy lassú forgású henger található, ami 345 fordulat/perc sebességű. A következő hengerek ugyanilyen sebességgel forognak úgy, hogy a harmadik henger gyors, míg a negyedik lassú. A hengerek közötti távolság egyre kisebb lesz, a kezdeti 0,8 mm réstávolság lecsökken a második és a harmadik henger között 0,13 mm-re, míg az utolsó hengertávolság már 0,05 mm-re csökken. A labormalomban található egy dobszita, ami 250 $\mu$ m lyukátmérővel rendelkezik. A dobszita belsejébe kerül az őrlemény, amiből a szitamaradék a korpa, míg az alatta levő gyűjtő tartályba az átszitált liszt jut. (Kóczánné dr. Manninger, 2021a) A malom kapcsolóján lehetőség van visszafelé elindítani a hengereket, de ez csak a tisztítás szempontjából fontos tulajdonság.



2. ábra A labormalom felépítése (Kóczánné dr. Manninger, 2021a)

### 4.3 Astrié malom

A malom legfontosabb különbsége a mai hengerszékes malmoktól, hogy a két gránitkő egymáson helyezkedik el. A köztük lévő távolságot egy rugó segítségével lehet szabályozni. Az alsó gránitkő fixen van beépítve és csak a felső forog, de az is csak lassan, ezáltal nem melegíti fel a lisztet, nem kell azt hűteni és nem játszódnak le oxidációs folyamatok. Az őrlés folyamán a csíra nem kerül eltávolításra, és a korpa alatti aleuron réteg is az őrleménybe kerül. (*Astrié-kenyér a Szápári Biofarmról!*, é. n.; „Le moulin astrié”, é. n.) A malom hatékonyságát nagyban befolyásolja a precízen megmunkált gránit henger, illetve a rovátkák kialakítása. Ennek köszönhető, hogy a búzaszemek nem összetörnek, hanem elvágja őket a malomkő. A

felső kő közepén egy lyuk található, ezen keresztül juttatják a szemeket a két gránitkorong közé. A szemek kifelé haladnak az egyre szűkülő réstávolság között, ami eredménye, hogy az összes felszabaduló anyag, a csíra is, aprításra kerül. A malom közel 80%-os kihozattalal működik. (*Moulin Astrié | Ferme du Petit Noyer*, é. n.)



3. ábra Astrié malom (*Malom*, é. n.)



4. ábra Astrié gránit malomkő (*Malom*, é. n.)

#### 4.4 Őrléskihozatal

Az őrlés hatékonyságát csak a labormalom esetén tudtam elvégezni, mert ezt lehetett pontosan mérni. Az Astrié malom kihozatalára vonatkozó adatokat a Csoroszllya farm üzemeltető tulajdonosától kaptam.

A labormalom esetén a lisztkihozatal méréséhez lemértem 100g gabonát, amit a már járó malomba öntöttem. Az őrlés végén az ajtó kinyitása után a megtapadt őrleményt ecsettel eltávolítottam az ajtó belsejéről és a hengerekről. A bent maradt őrleményt a malom újbóli indításával kijáratom. Először a lisztfiókban lévő lisztet mérem vissza, majd a dobszita belsejében maradt korpát. A kettő összegét kivonom az indulási 100 grammból, az eredmény az őrlés vesztesége, ami adódhat a kiporzási veszteségből, illetve a hengerek között maradt finom por állagú őrlemény súlyából. Az őrléskihozatalt %-ban határozom meg úgy, hogy a liszt és a korpa összegét elosztom a kiindulási mennyiséggel, a kapott érték százszorosa lesz a kihozatali érték százalékban. (Kóczánné dr. Manninger, 2021a)

#### 4.5 Pekározás

Pekározás alkalmával a lisztek színét hasonlítom össze. A szín eltérés a magasabb korpázottságból adódik.

Az összehasonlítandó lisztek egy sötét fatáblára teszem szorosan egymás mellé, és egy üveglappal lenyomom a felületüket. A szorosan egymás mellett lévő lisztek egy éles határvonal mentén elválnak s látszódik a színkülönbség, ha van. Ha a mintákat óvatosan vízbe mártjuk úgy, hogy a liszt ne „mozduljon” el csak vizes legyen, akkor a szín eltérés jobban kivehető. Ezt a módszert hívjuk nedves Pekározásnak. (PEKÁR IMRE, é. n.)

#### 4.6 Szitaanalízis

A vizsgálat elvégzéséhez laboratóriumi szitára van szükség, ami különböző méretű szitabevonattal ellátott egymásra helyezett szitakereteket takar. A fentről lefelé csökkenő szitabetű keretek egy rázó szerkezethez kapcsolódnak. A vizsgálat elvégzéséhez a mintát a

legfelső szitába egyenletesen eloszlatjuk, majd 10 percen keresztül rázatjuk a szita oszlopot. Ez után minden szitán lemérjük a szitamaradékot, vagyis a szitán maradt lisztet. A teljes átmenet alatt azt a mennyiséget értjük, ami az adott méretű szitán és a felette levő szitákon összesen megmaradt. (Kóczánné dr. Manninger, 2021b)

A vizsgálattal meg tudjuk határozni a leggyakoribb szemcseméretet, amit a módusz segítségével tudunk számolni, illetve azt az elméleti szitaméretet, aminél a liszt tömegének 50%-a esne át, ezt a mediánnal tudjuk számolni. Mind a két esetben lehetőség van arra is, hogy számolás helyett grafikonról olvassuk le az értékeket. (Kóczánné dr. Manninger, 2021b)

#### **4.7 Sartorius MA50 automata nedvességmérő**

A berendezéssel kis mennyiségű mintát 105°C-on tömegállandóságig tudunk szárítani. Ehhez arra van szükség, hogy a mintatartó tálcára körülbelül 2,5g lisztet egyenletesen elterítsünk, indítás után a gép bezárja a tetejét és infravörös sugárzással melegíti a mintát. A melegítés során méri a minta hőmérsékletét és tömegét is. A mérést 20 másodpercenként végzi, amikor eléri a 0,002g/20s tömegveszteséget, amit tömegállandóságnak tekintünk, automatikusan leáll a mérés és a gép kinyomtatja az eredményt. (Dr Szalai, 2006)



5. ábra Sartorius automata nedvességmérő (Sartorius MA50/MA100 Series Moisture Analyzer - Dynamic Scales, Inc. - Scale & Measurement Specialist, é. n.)

A búza nedvességtartalmát is ezzel a berendezéssel mérjük, azzal a különbséggel, hogy a magokat óvatosan összeaprítjuk, figyelve arra, hogy a hőmérséklete ne emelkedjen. Az összetört mintát szintén a mintatartó tálcára terítjük egyenletesen és elindítjuk a mérést. (MSZ EN ISO 712, 2010)

Három párhuzamos mérést végzünk, ezeket átlagoljuk és ezt az adatot használjuk a későbbi vizsgálatoknál.

## **4.8 Sikérvizsgálatok**

Dolgozatomban a nedvessikér-tartalmat, sikérindexet és sikérterületet vizsgáltam. Ezek közül a sikér mennyiségét meghatározó vizsgálat a nedvessikér-tartalom, míg a sikér minőséget meghatározó vizsgálat a sikérindex és a sikérterület.

### **4.8.1 Sikértartalom meghatározása**

A vizsgálathoz Glutomatic 2000 két karos automata sikér mosót használok. A berendezés plexi edényébe egy megnedvesített műszálas szitabetétet teszek, aminek a sűrűsége 88  $\mu\text{m}$ . A plexi bajonett zárát a perforált fém aljhoz kell rögzíteni úgy, hogy a szitabetétet is rögzítsük a művelettel. Ezt mind a két mosóedénynél meg kell csinálni. Mindkét mosóedénybe 10-10g lisztet kell mérni úgy, hogy lehetőség szerint vízszintes és egyenes legyen a liszt felülete. Erre kell rámérni a 2%-os sóoldatos desztillált vízből 5-5  $\text{cm}^3$ . A mosóedényeket is bajonett zárral rögzítjük a berendezés forgó-keverő karjainál lévő tartóelemhez. Ha mind a kettőt rögzítettük egy vízfelfogó edény kell a fejek alá, és elindítható a program. ICC (International Chamber of Commer) szabvány szerint 20 másodperces intenzív keverés után 5 perc mosás, majd 5 perc víztelenítő keverés következik. (MSZ EN ISO 21415-2, 2016) A program leállása után a sikérgolyókat a sikércentrifugába teszem.

#### 4.8.2 Sikérindex meghatározása

A vizsgálathoz Glutomatic sikércentrifugát használtam, amivel szintén egyszerre két mintát lehet vizsgálni. A centrifuga két kazettát tartalmaz, ezek perforált betétjeinek lyukazottsága 600 µm átmérőjű. A vizsgálat során azt nézzük meg, hogy a centrifugálás alatt mennyi sikér préselődik át a perforált betéteken. A centrifugálás után analitikai mérlegen le kell mérni az átnyomódott és az át nem nyomódott sikér tömeget is. (MSZ EN ISO 21415-2, 2016) A sikér index kiszámításához az alábbi képletet használom:

$$\text{Sikér index (SI\%)} = \frac{\text{át nem nyomódó sikértömeg}}{\text{összes sikértömeg}} * 100$$

#### 4.8.3 Sikér terület meghatározása

A vizsgálathoz az előzőekben kimosott és centrifugált sikért használok, de az átnyomódott és át nem nyomódott sikért összegyűrom és 5 g-jából golyót formázok. A kigömbölyített sikért üveglapra teszem, ami alá egy milliméterpapírt helyezek és leolvasom a sikérgolyó horizontális, illetve vertikális átmérőit. A golyót egy benedvesített szűrőpapírt tartalmazó pohárral lefedem, hogy ne tudjon kiszáradni. (Kóczánné dr. Manninger, 2021a) Egy óra elteltével újra lemérem az átmérőket, és az alábbi képlettel kiszámolom a sikérterületet:

$$\text{Sikér terület (T)} = \frac{d_3 + d_4}{2} - \frac{d_1 + d_2}{2} [\text{mm}]$$

- $d_1$  = első mérés horizontális átmérő
- $d_2$  = első mérés vertikális átmérő
- $d_3$  = második mérés horizontális átmérő
- $d_4$  = második mérés vertikális átmérő

Az elfogadható sikér terület 2 és 8 mm között van.

## 4.9 Farinográfus vizsgálat

A reológiai vizsgálatokhoz Farinográfot használok, aminek a működése azon alapul, hogy a lisztből tésztát készítek, amit két Z-karú dagasztólapáttal kever a műszer. A karokat szinkronmotor forgatja, aminek az álló része a tészta dagasztása közben fellépő ellenállás hatására elfordul. Az elmozdulás annál nagyobb, minél nagyobb erő kell a tészta dagasztásához. A motor házára szerelt karok segítségével, mérleggel mérhető az elmozdulás mértéke, és az írószerkezet folyamatosan rögzíti az eredményt. (*Farinográf leírása*, é. n.)

A vizsgálat elkezdése előtt a dagasztó csészét előmelegítem. A bűrettát desztillált vízzel jelre töltöm. A vizsgálatához 50g 14%-os nedvességtartalmú lisztet kell használni, de a farinográf számítógépes programja a nedvességtartalom alapján korrigálja a kimérendő mennyiséget. Az előmelegített dagasztó csészébe maradék nélkül beöntöm a lisztet, 2 percig alacsony fordulaton kevertetem, hogy a liszt is felvegye a csésze hőmérsékletét. Ez után a gyors sebességre átkapcsolom a dagasztókarokat és a számítógépen elindítom a programot, amivel egy időben a bűrettából határozottan hozzáadom a vizet. A bűretta beosztása százalékban mutatja a víz mennyiségét. A nemzetközi szabvány miatt 20 percig keveredik a tészta, utána automatikusan leáll az adatok rögzítése, a mérés mentését a kezelőnek kell elvégeznie. (Dr Szalai, 2006)

A farinográf által rajzolt diagramról (farinogram) az alábbi liszt tulajdonságok állapíthatók meg:

- Liszt vízfelvevő képessége. Ehhez az kell, hogy annyi vizet adagoljunk a bűrettából, hogy a rajzolt diagram középvonala elérje az 500 FE egységet, ami az 500-as konzisztencia vonal. Az értéket ml-ben vagy %-ban kapjuk meg. (*Farinográf leírása*, é. n.)
- Tésztakialakítás időtartamát. Ez az idő a dagasztás kezdetétől tart, amíg a diagram középvonala el nem éri a kívánt konzisztencia vonalat, és itt tetőzik. (*Farinográf leírása*, é. n.)
- A tészta stabilitását, a tészta alaktartó és gázvisszatartó képességeit. Ez a farinogramról olvasható le, mértéke attól függ, meddig esik egybe a középvonal a konzisztencia vonallal. (*Farinográf leírása*, é. n.)

- A tészta ellágyulását. A középvonal távolságát vizsgáljuk a konzisztencia vonaltól FE egységben. A két görbe által határolt terület cm<sup>2</sup>-ben meghatározott mérete, amit planiméterrel állapítunk meg. (*Farinográf leírása*, é. n.)

A planimetrált terület alapján három minőségi csoportba sorolhatjuk a liszteket:

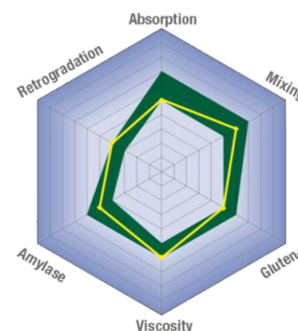
1. táblázat Lisztek minőségi osztályozása (MSZ 6369-6, 2013)

| Magyar minőségi értékszám<br>(MÉSZ) |      | Sütőipari értékcsoport |   |
|-------------------------------------|------|------------------------|---|
| -tól                                | -ig  |                        |   |
| 100                                 | 85,0 | A1                     | A |
| 84,9                                | 70,0 | A2                     |   |
| 69,9                                | 55,0 | B1                     | B |
| 54,9                                | 45,0 | B2                     |   |
| 44,9                                | 30,0 | C1                     | C |
| 29,9                                | 0    | C2                     |   |

#### 4.10 Mixolab 2 vizsgálat

A műszer a tészta reológiai tulajdonságait is méri, de egy sokkal komplexebb eredményt kapunk, mint a Farinográf esetében, mert a dagasztócsészét nem csak temperálni lehet, hanem 90°C-ra fel is tudjuk melegíteni, majd vissza is hűthető a megadott értékre folyamatos keverés mellett. Ezen képessége miatt nem csak a tészta vízfelvevő képességéről, a tészta kialakulás és a stabilitás idejéről kapunk információt, hanem a keményítő gélesedéséről és retrogradációjáról, valamint az amiláz enzim aktivitásáról. A melegítés nem csak a keményítőre van hatással, a fehérje is változik, sőt a két anyag között létrejövő kölcsönhatásokat is vizsgálni tudjuk. A reológiai vizsgálatok esetén nincs jelentős eltérés a farinográf adataihoz mérten, azokat kiegészíti a műszer. A gyors kiértékeléshez a Mixolab profil nyújt segítséget (6. ábra), ami a vízfelvételt, keverési tulajdonságokat, glutén erősséget, viszkozitást, amiláz aktivitást és a retrogradációt egy pókháló diagramon ábrázolja. (Finnie & Atwell, 2016a; *Mixolab 2 - Dough Analysis* | CHOPIN Technologies, é. n.)

| INDEX TYPE     | VALUES      | SIGNIFICANCE : THE HIGHER THE INDEX VALUE THE...    |
|----------------|-------------|-----------------------------------------------------|
| ABSORPTION     | From 0 to 9 | ... more the flour absorbs water                    |
| MIXING         |             | ... more the flour is stable at kneading            |
| GLUTEN+        |             | ... more the gluten resists heat                    |
| VISCOSITY      |             | ... greater the dough's viscosity when heated       |
| AMYLASE        |             | ... weaker the amylase activity                     |
| RETROGRADATION |             | ... shorter the cooked product's shelf life will be |



6. ábra Mixolab 2 profil (Mixolab 2 - Dough Analysis | CHOPIN Technologies, é. n.)

A kiértékelés egy 0-9-ig terjedő skála segítségével történik.

- Vízfelvétel (absorption): minél magasabb az érték, annál több vizet képes megkötni a liszt.
- Keverési tulajdonság (mixing): a tészta kialakulás, stabilitás és ellágyulás ideje alapján meghatározott érték, minél magasabb az index annál jobban bírja a keverést a tészta.
- Glutén erősség (gluten+): a sikér ellenállását mutatja a hőmérséklettel szemben, a nagyobb érték a hőnek ellenállóbb glutént jelent.
- Viskozitás (viscosity): a melegítés hatására történő viszkozitás változást mutatja az érték. Ez a fehérjéről és a keményítőről nyújt információt. Minél magasabb az index, annál nagyobb a forró tészta viszkozitása.
- Amiláz aktivitás (amylase): a keményítő bomlását mutatja az amiláz enzimmel szemben. Minél magasabb az érték annál gyengébb az amiláz aktivitása a lisztnek.
- Retrogradáció (retrogradation): a keményítő hidrolízisétől függ az eredmény, minél magasabb értéket kapunk, annál rövidebb ideig eltartható a hőkezelt termék.

A vizsgálat elvégzéséhez itt is szükséges a nedvességtartalom meghatározása. Ha ez ismert, akkor a gépet kell előkészíteni, ami a hűtővíz megnyitását, majd a víztartály feltöltését jelenti ioncserélt vízzel. A berendezéshez tartozó program elindítása után a Chopin + protokollt kell kiválasztani és a mérésnek nevet adunk. Ezek után a vízabszorpció beállításait kell elvégezni. Ehhez meg kell adni az előzetesen mért nedvességtartalmat, a várható abszorpciót, ami 58-62% közé szokott esni. A maximális és a C1 nyomatókat 1,1 Nm-re állítjuk, és a bázis szárazanyag

kiválasztása a két érték közül (14% vagy 15%-os ideális nedvességtartalommal végezzük a vizsgálatot). A beírt adatok után a program kiszámítja a bemérendő liszt tömegét. A mérés után elindítjuk a tesztet kalibrálás nélkül és követjük a videókat, az utasításoknak megfelelően adjuk a lisztet és illesztjük a vízadagoló fejet a megfelelő helyre. A teszt akkor megy végig, ha a nyomaték a megfelelő tartományban marad a tészta kialakulás idejéig, ez  $\pm 0,05$  Nm-t jelent az 1,1 Nm-hez képest, ami a Farinográf 500 FE értékének felel meg. Ha a mérés nem megfelelő, 8 perc után lehetőség van a teszt megszakítására, de ekkor a program elvégzi a korrekciót, a kapott vízabszorpció és korrigált liszt mennyiség használatával újra indítjuk a tesztet a dagasztócsésze takarítása után a korábban ismertetett eljárás szerint. (*Mixolab 2 - Dough Analysis* | CHOPIN Technologies, é. n.) A teszt végén kiértékeljük az adatokat a Mixolab 2 profil segítségével.

## 5 Kísérleti eredmények és értékelésük

### 5.1 Őrlés kihozatal eredménye

Ahogy korábban írtam csak a labormalom esetén tudok általam vizsgált eredményeket bemutatni, az Astrié malom kihozatalát a Csoroszllya farm tapasztalatai alapján tudom ismertetni, ami 80-85%-os lisztkihozatalt mutat fajtától függően. Az Astrié malom esetében is szükség van a kondicionálásra, hogy ezeket az értékeket tudják hozni. A 24 órás kondicionálás során 14,5%-ra állítják be a gabona nedvességtartalmát.

A labormalom esetén nem történt kondicionálás, mert az eddigi tapasztalatok azt mutatják, hogy a malom nem viseli jól ezt a nedvességtartalmat, a hengerek között sok őrlemény tapad meg, ami nagyban befolyásolja a lisztkihozatalt és a nagyobb mennyiségek őrlését. A lisztkihozatal ennél a búzánál eltért az eddigi eredményektől, az egyetemi laborgyakorlatok jegyzőkönyvei alapján 65-70%-os őrlés kihozattal működik a malom, ennél a búzánál viszont csak 45% körül van (2. táblázat). A gyakorlatok alatt körülbelül 9-10%-os nedvességtartalmú búzát szoktak felhasználni az őrléshez, viszont a francia keverék ennél jóval szárazabb volt, ami lehet az alacsonyabb kihozatal magyarázata.

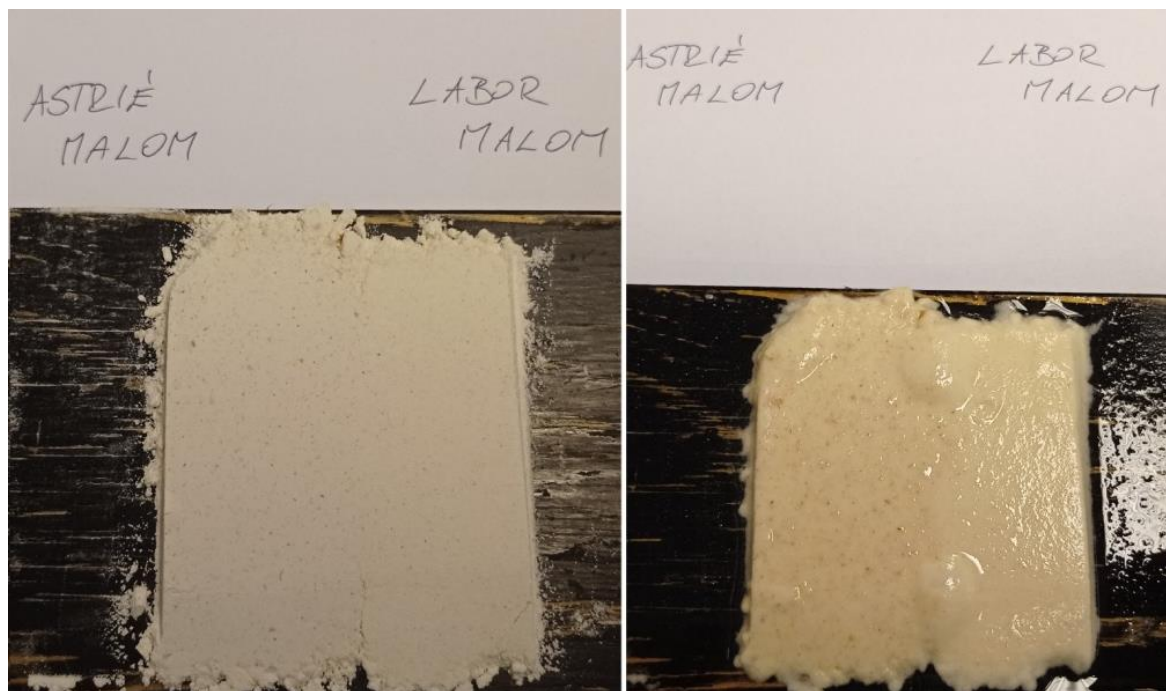
2. táblázat Őrlés kihozatal labormalommal (saját szerkesztés)

| Őrölt búza      | 200,0 g | 100,0 g |
|-----------------|---------|---------|
| Liszt           | 88,5 g  | 46,4 g  |
| Korpa           | 104,8 g | 50,8 g  |
| Veszteség       | 6,7 g   | 2,8 g   |
| Őrlés kihozatal | 44,25%  | 46,40%  |

### 5.2 Pekározás eredménye

A száraz Pekározás esetén látható, hogy az Astrié malommal őrlött gabona lisztje sötétebb, ezt az eredményt erősíti meg a nedves Pekározás, ahol a színeltérés jobban látszódik (7. ábra). A sötétebb szín és a korpázottság a magas lisztkihozatalra vezethető vissza, ami az

őrléskihozatal vizsgálatnál is megmutatkozott. Az Astrié liszt több korpát tartalmaz, mint a labormalommal őrölt búza lisztje, a 2. táblázat adatai mutatják, hogy a labormalom esetén több lett a korpa, mint a liszt.



7. ábra Pekározás (saját kép)

### 5.3 Szitaanalízis eredménye

A mért eredményeket a 3. táblázat mutatja be, ami alapján nem mondható sok különbség a két malommal őrölt liszt között. Azonban az megállapítható, hogy tapintásra és szemrevételezésre az Astrié malommal őrölt liszt sokkal finomabb szemcseméretű, majdhogynem keményítő finomsághoz hasonlító púder állaga van. Ez az érzékszervi tulajdonság nem látszódik a szitaanalízis eredményén, ezért ezeket fenntartásokkal kell kezelni. A valós szemcseméret megállapításához tehát a szitaanalízis nem elegendő vizsgálat.

3. táblázat Szitaanalízis értékei (saját szerkesztés)

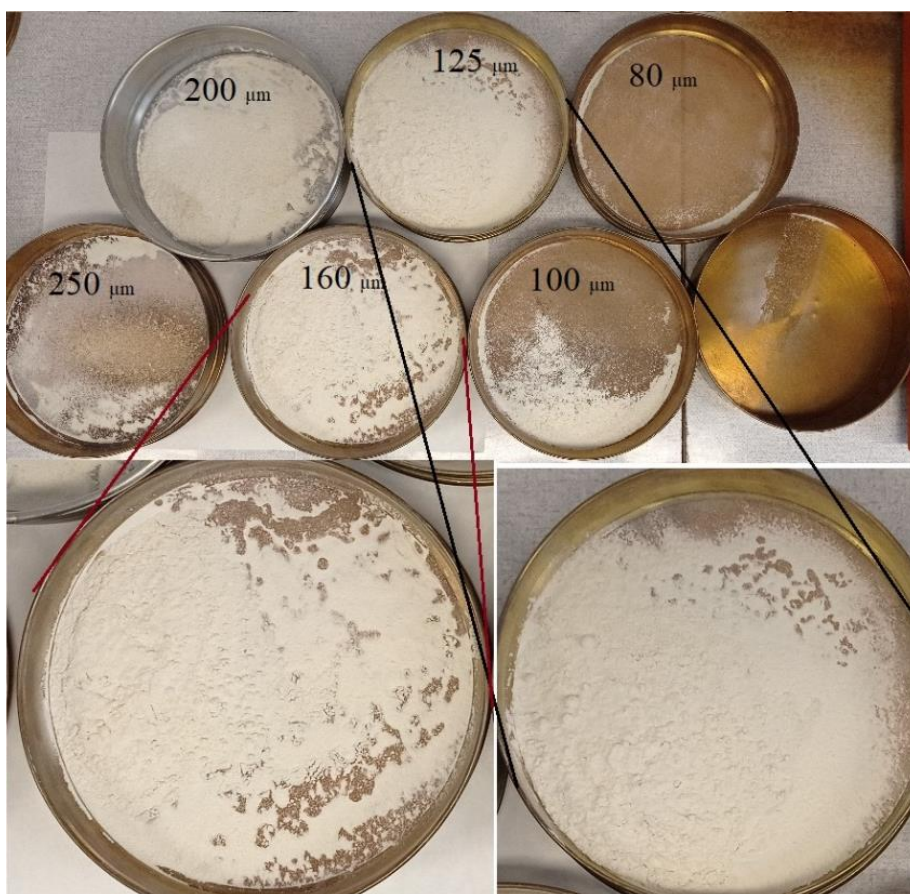
| Labormalom                  |                   |                     |                          |                        |                     |
|-----------------------------|-------------------|---------------------|--------------------------|------------------------|---------------------|
| Szitaméret<br>$\mu\text{m}$ | Szitamaradék<br>g | Teljes átmenet<br>g | Teljes szitamaradék<br>% | Átmenet megoszlás<br>% | Teljes átmenet<br>% |
| 0                           | 1,79              | 48,90               | 100,00                   | 3,66                   | 3,66                |
| 80                          | 5,84              | 47,11               | 96,34                    | 11,94                  | 15,60               |
| 100                         | 6,01              | 41,27               | 84,40                    | 12,29                  | 27,89               |
| 125                         | 14,57             | 35,26               | 72,11                    | 29,80                  | 57,69               |
| 160                         | 11,13             | 20,69               | 42,31                    | 22,76                  | 80,45               |
| 200                         | 9,01              | 9,56                | 19,55                    | 18,43                  | 98,88               |
| 250                         | 0,55              | 0,55                | 1,12                     | 1,12                   | 100,00              |
| Összesen                    | 48,9              |                     |                          | 100                    |                     |
| Atrié malom                 |                   |                     |                          |                        |                     |
| Szitaméret<br>$\mu\text{m}$ | Szitamaradék<br>g | Teljes átmenet<br>g | Teljes szitamaradék<br>% | Átmenet megoszlás<br>% | Teljes átmenet<br>% |
| 0                           | 0,15              | 49,08               | 100                      | 0,31                   | 0,31                |
| 80                          | 0,47              | 48,93               | 99,69                    | 0,96                   | 1,26                |
| 100                         | 2,81              | 48,46               | 98,74                    | 5,73                   | 6,99                |
| 125                         | 18,34             | 45,65               | 93,01                    | 37,37                  | 44,36               |
| 160                         | 13,46             | 27,31               | 55,64                    | 27,42                  | 71,78               |
| 200                         | 11,47             | 13,85               | 28,22                    | 23,37                  | 95,15               |
| 250                         | 2,38              | 2,38                | 4,85                     | 4,85                   | 100,00              |
| Összesen                    | 49,08             |                     |                          | 100,00                 |                     |

A szitaanalízis eredményéről készített képeken látszódik, hogy a labormalommal őrlött liszt a szitálás után egységes képet mutat, semmilyen rendellenesség nem tapasztalható (8. ábra).



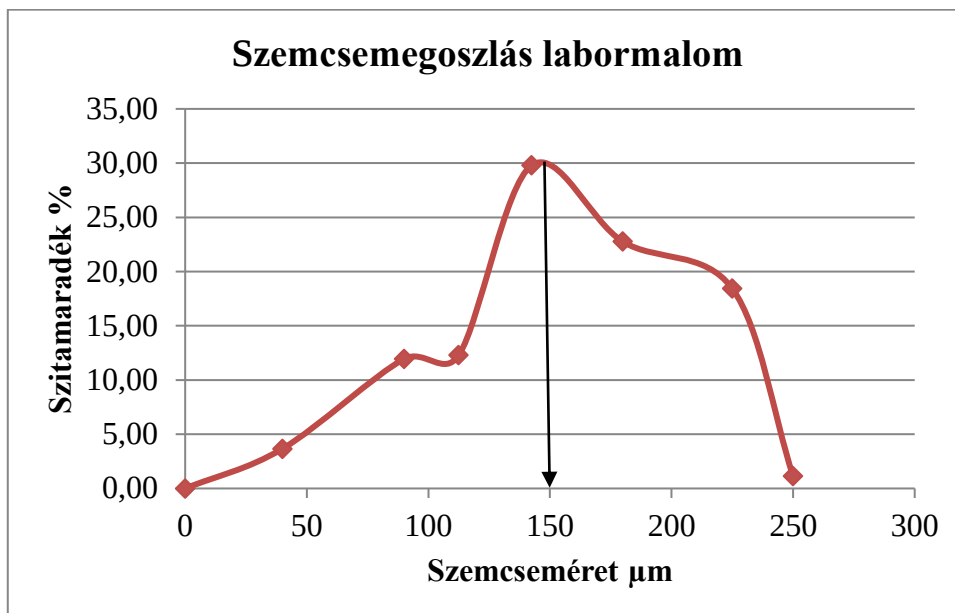
8. ábra Labormalom liszt szitaanalízis (saját kép)

Az Astrié malommal őrölt liszt esetén viszont a köztes sziták maradékán csomósodás figyelhető meg, ami csak úgy lehet, hogy ott állt össze. Ezen kívül a 250  $\mu\text{m}$ -os szitán is látható olyan liszt, aminek át kellett volna esnie, de a szita réstávolságait eltömítette (9. ábra). A csomósodás és a szitára tapadás nem lehet a nedvesség miatt, mert a nedvességmérésnél olyan alacsony értéket kaptam, ami ezt nem indokolja. Véleményem szerint két dolog együttes jelenléte okozhatja a tapadást. Az egyik a teljes kiőrlés, ami nem csak a korpát és a hozzá tapadt aleuron réteget tartja a lisztben, hanem a csírá is. A csíra magas zsírtartalma önmagában nem okozna ilyen problémát, mert a labormalommal őrölt gabonából sem lett eltávolítva a csíra. A másik tényező szerintem a nagyon finomra őrlés, ami következtében a csírában található zsír kipréselődik a felaprított szemcsékből. A finom őrlést csak az érzékszervi vizsgálatok tudják alátámasztani, viszont a feltételezésem bizonyításához, miszerint a magasabb zsírtartalom és a finom őrlés együttese okozza a liszt csomósodását és tapadását, további vizsgálatokra lenne szükség.

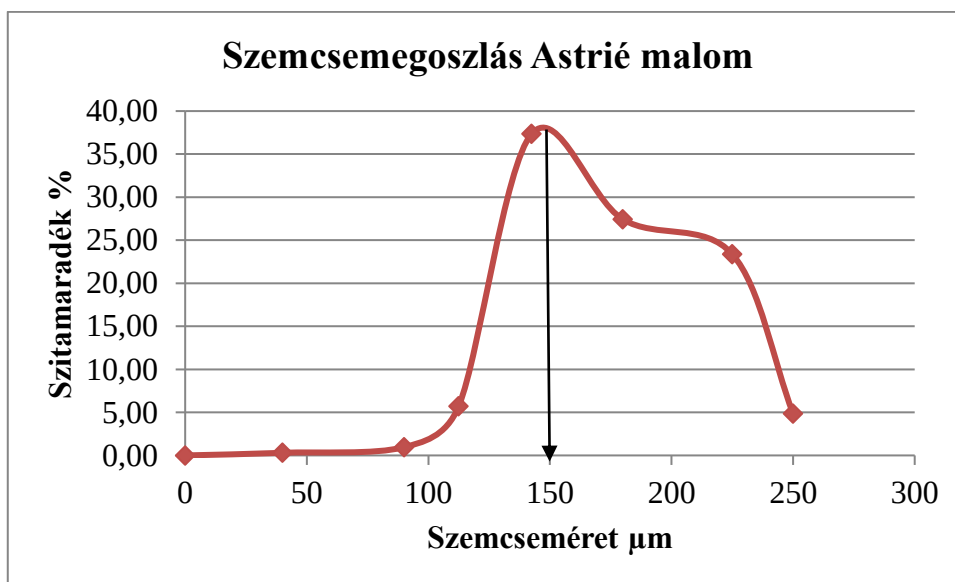


9. ábra Astrié liszt szitaanalízis (saját kép)

A kapott adatokat diagramon ábrázoltam, a módusz számításával kaptam egy átlagos szemcseméretet mind a két liszt esetén, amik között szinte nincs eltérés (10, 11 ábra), ezzel is az eddigieket bizonyítva, hogy a mérés nem tükrözi a valódi eredményeket.

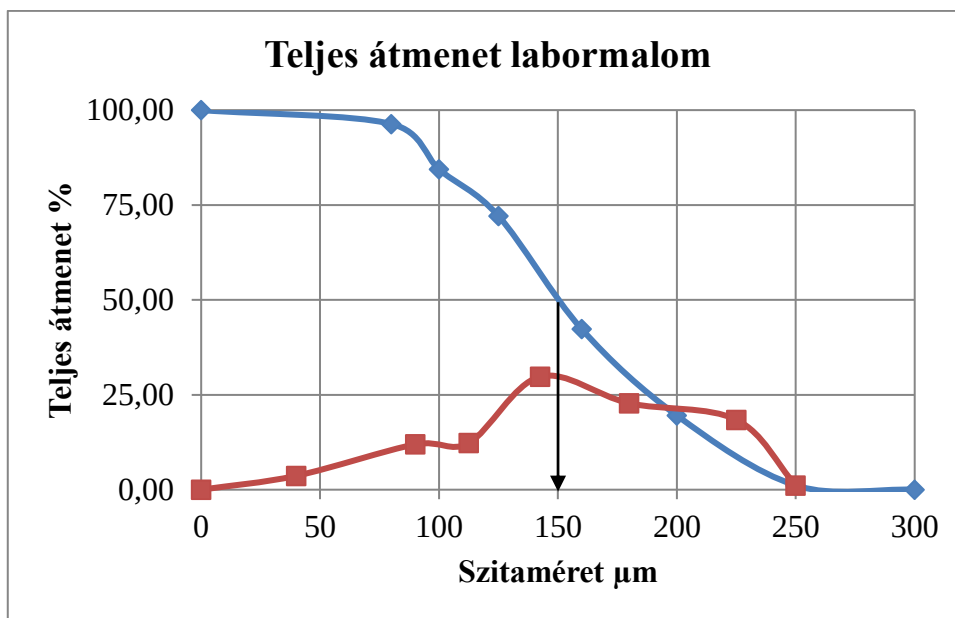


10. ábra Átlagos szemcseméret labormalommal őrölve (saját szerkesztés)

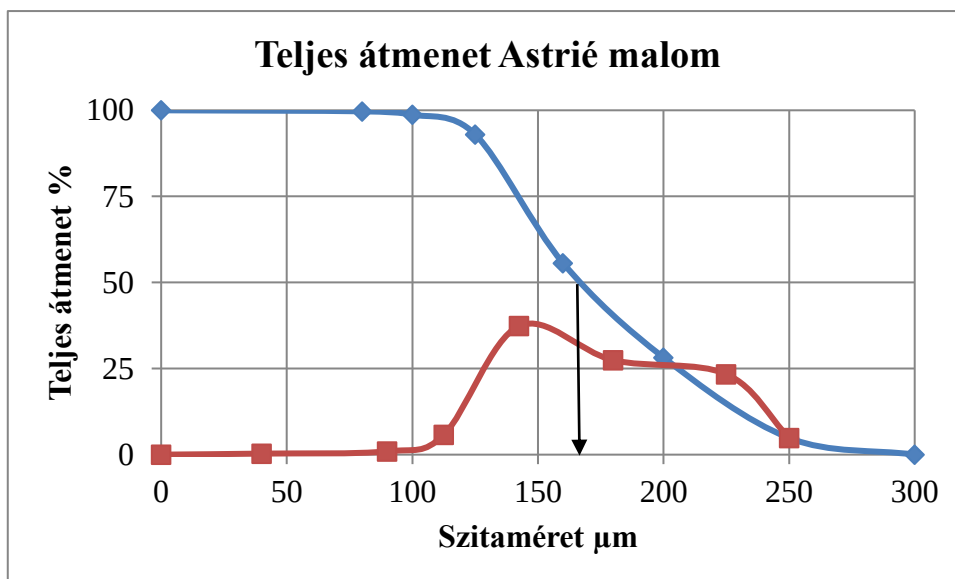


11. ábra Átlagos szemcseméret Astrié malommal őrölve (saját szerkesztés)

Az elméleti szitaméretet, amin a liszt 50%-a átesne, a mediánnal történő számítás után kaptam. A szita maradékokat szintén ábrázoltam diagramon is, amit a 12., 13. ábra mutat be. Az elméleti szitaméret esetén már van eltérés a két liszt között. A szemcseméret és az elméleti szitaméret számolt értékeit a 4. táblázat tartalmazza.



12. ábra Elméleti szitaméret labormalommal őrölve (saját szerkesztés)



13. ábra Elméleti szitaméret Astrié malommal őrölve (saját szerkesztés)

4. táblázat Szemcse- és elméleti szitaméret (saját szerkesztés)

|                     | Módusz                             | Medián                                  | Szita méret $\mu\text{m}$ |       |       |       |       |       |      |
|---------------------|------------------------------------|-----------------------------------------|---------------------------|-------|-------|-------|-------|-------|------|
|                     | Szemcse-<br>méret<br>$\mu\text{m}$ | Elméleti<br>szitaméret<br>$\mu\text{m}$ | 250                       | 200   | 160   | 125   | 100   | 80    | 0    |
|                     |                                    |                                         | Szitamaradék %            |       |       |       |       |       |      |
| <b>Labormalom</b>   | 150                                | 150                                     | 1,12                      | 18,43 | 22,76 | 29,80 | 12,29 | 11,94 | 3,66 |
| <b>Astrié malom</b> | 150                                | 165                                     | 4,85                      | 23,37 | 27,42 | 37,37 | 5,73  | 0,96  | 0,31 |

## 5.4 Nedvességtartalom eredménye

Amint korábban utaltam rá a gabonának nagyon alacsony volt a nedvességtartalma, de a liszt nedvességtartalma is elmaradt a Farinográfus vizsgálatához szükséges 14%-tól, de a vizsgálat elvégzését ez nem befolyásolja. A nedvességtartalom párhuzamos méréseit és azok átlagát, amivel később a Farinográfus és Mixolabos vizsgálatot végeztem az 5. táblázatban mutatom be.

5. táblázat Nedvességtartalom (saját szerkesztés)

| Csoroszlya búza |          |          |       |
|-----------------|----------|----------|-------|
| 1. mérés        | 2. mérés | 3. mérés | Átlag |
| 6,30%           | 6,61%    | 6,55%    | 6,49% |
|                 |          |          |       |
| Astrié liszt    |          |          |       |
| 1. mérés        | 2. mérés | 3. mérés | Átlag |
| 9,36%           | 9,59%    | 9,44%    | 9,46% |

## 5.5 Sikérvizsgálatok eredménye

A sikérvizsgálatok eredményeinek bemutatását nem szedem szét részleteire, mert nagyban összefüggnek a kapott eredmények. A sikérmosás eredménye szerint az Astrié malommal őrölt gabona lisztjében magasabb a sikértartalom. Ez tulajdonképpen a gyártók általi állítást támasztja alá, miszerint az aleuron réteg nem a korpába kerül, hanem annak értékes anyagai a lisztet gazdagítják, ezáltal magasabb fehérjetartalmat elérve. A labormalommal őrölt búza

nedves sikértartalma kissé elmarad ugyan, de sikérmennyiségre mind a két esetben jónak mondható a búza. Astrié malommal őrölt búza lisztjének nedves sikértartalma 42,4%, míg a labormalmi őrleményé 39,1% (6. táblázat).

6. táblázat Sikér mosás eredménye (saját szerkesztés)

| <b>Astrié liszt</b>     |                        |                            |                      |                      |               |
|-------------------------|------------------------|----------------------------|----------------------|----------------------|---------------|
|                         | Átnyomott nedves sikér | Nem átnyomott nedves sikér | Összes sikértartalom | Nedves sikértartalom | Sikér index   |
|                         | 2,16 g                 | 2,23 g                     | 4,39 g               | 43,9%                | 50,80%        |
|                         | 2,34 g                 | 2,01 g                     | 4,35 g               | 43,5%                | 46,21%        |
|                         | 2,39 g                 | 1,67 g                     | 4,06 g               | 40,6%                | 41,13%        |
|                         | 2,34 g                 | 1,80 g                     | 4,14 g               | 41,4%                | 43,48%        |
| <b>átlag</b>            | <b>2,31 g</b>          | <b>1,93 g</b>              | <b>4,24 g</b>        | <b>42,4%</b>         | <b>45,51%</b> |
| <b>Labormalmi liszt</b> |                        |                            |                      |                      |               |
|                         | Átnyomott nedves sikér | Nem átnyomott nedves sikér | Összes sikértartalom | Nedves sikértartalom | Sikér index   |
|                         | 2,49 g                 | 1,35 g                     | 3,84 g               | 38,4%                | 35,16%        |
|                         | 2,74 g                 | 1,27 g                     | 4,01 g               | 40,1%                | 31,67%        |
|                         | 2,58 g                 | 1,28 g                     | 3,86 g               | 38,6%                | 33,16%        |
|                         | 2,57 g                 | 1,37 g                     | 3,94 g               | 39,4%                | 34,77%        |
| <b>átlag</b>            | <b>2,60 g</b>          | <b>1,32 g</b>              | <b>3,91 g</b>        | <b>39,1%</b>         | <b>33,67%</b> |

A lisztek esetében azonban nem elég csak a magas sikértartalom, a sikérindexnek is jónak kell lennie, ami azt jelenti, hogy magyar szabvány szerint 60% és 90% közötti értéket kéne kapni. Ez azonban nem teljesül, mert az Astrié malmi őrlemény ugyan sokkal jobb sikérindexet eredményez, de a 45,5% még így is messze van a határértéktől. Az alacsony sikérindex következményeként a lisztből készített tészta megkel, de a kialakult sikérvázat nem tudja megtartani, összeesik a termék.

Ezzel ellentétben a sikérterülés viszont mind a két esetben az elfogadható értéken belül van. (7. táblázat) Ebből az következik, hogy a proteáz enzim hatására nem bomlik le sok fehérje, a viszonylag magas, de még határértéken belüli terülés, minimum 2mm maximum 8mm, szerintem az alacsony sikérindexre vezethető vissza.

7. táblázat Sikérterülés (saját szerkesztés)

|                         | Astrié liszt  |          | Labormalmi liszt |          |
|-------------------------|---------------|----------|------------------|----------|
|                         | Átmérő 1      | Átmérő 2 | Átmérő 1         | Átmérő 2 |
| t <sub>0</sub>          | 21 mm         | 21 mm    | 21 mm            | 22 mm    |
| t <sub>1</sub> (+1 óra) | 27 mm         | 28 mm    | 28 mm            | 29 mm    |
| <b>Terülés</b>          | <b>6,5 mm</b> |          | <b>7,0 mm</b>    |          |

A sikérvizsgálatokat nehéz a kapott adatok alapján értékelni, mert van olyan vizsgálat, ahol jó értékek születtek, nedves siker mennyiség és sikerterülés, de a sikerindex eredménye nem megfelelő. A kapott eredményekből azonban az elmondható, hogy a malom szerepe nem elhanyagolható, mert az Astrié malommal őrlött búza lisztje minden esetben jobb értékeket eredményezett. A siker vizsgálatok értékei inkább a búza tulajdonságának köszönhetők, amin ugyan tudott javítani a malom, de a sikerindexet nem tudta az elvárható tartományba terelni.

## 5.6 Farinográf eredménye

Dolgozatomban a farinogramokat kiértékeltem a nemzetközi és a hazai szabvány szerint is. Mivel ugyanazon mérésről van szó, ezért az eltérések abból adódnak, hogy a nemzetközi szabványban a görbe felső vonalánál nézzük a tészta kialakulás idejét, valamint a stabilitást. Ezzel szemben a magyar kiértékelés szerint a görbe középvonalát vizsgáljuk, amit konzisztencia vonalnak hívunk. Ezen kívül lényeges eltérés még, hogy a nemzetközi szabvány szerint 20 percig gyúrjuk a tésztát, míg a magyar szabvány szerint csak 15 percig. Mind a két liszt esetében három-három párhuzamos mérést végeztem, ezeket átlagoltam és az átlagokat hasonlítom össze. A nedvességtartalom a korábban mért adatok átlaga, vagyis ezek nem változnak, ahogy a liszt vízfelvevő képessége és a korrigált vízfelvevő képességek is ugyanazon értékeket mutatják mind a két kiértékelésnél. A mérés menete fejezetben írtak szerint a vizet úgy kell adagolni, hogy a konzisztencia vonal elérje az 500 FE értéket, a vizsgálat még akkor tekinthető érvényesnek, ha az eltérés  $\pm 20$  FE. Mivel az értéket nehéz pontosan elérni, ezért a kiértékelésnél a program felajánl egy értéket, ami az 500 FE érték eléréséhez szerinte szükséges. Ennél lényegesebb és az összehasonlítást jobban segíti, hogy a 14% nedvességtartalomtól eltérő lisztok esetén a program kiszámolja, mennyi lenne a

vízfelvétel ideális nedvességtartalom mellett. Ezzel a korrekcióval eltérő nedvességtartalmú liszteket lehet összehasonlítani. Az egyszerűség és a követhetőség érdekében a nemzetközi szabvány szerinti értékelésen keresztül mutatom be az őrleményeket, de a magyar kiértékelés adatait is bemutatom. A labormalommal őrölt gabona tésztájának értékeit a 8. számú táblázat mutatja mind a két kiértékelés szerint. A CSB1-2-3 a Csoroszllya farmtól kapott búza lisztjének három párhuzamos mérésének a rövidítése.

8. táblázat Labormalommal őrölt gabona lisztjének Farinográfus kiértékelése (saját szerkesztés)

| ICC szabvány                                     | CSB1    | CSB2    | CSB3    | Átlag   |
|--------------------------------------------------|---------|---------|---------|---------|
| Nedvességtartalom                                | 6,5%    | 6,5%    | 6,5%    | 6,5%    |
| Konzisztencia vonal                              | 483     | 518     | 490     | 497     |
| Vízfelvétel                                      | 55,0%   | 54,5%   | 55,0%   | 54,8%   |
| Vízfelvétel (500FE-re korrigálva)                | 54,6%   | 55,0%   | 54,8%   | 54,8%   |
| Vízfelvétel (14% nedvességtartalomra korrigálva) | 46,6%   | 47,0%   | 46,8%   | 46,8%   |
| Tészta kialakulás ideje                          | 2,0 min | 2,0 min | 2,0 min | 2,0 min |
| Stabilitás                                       | 1,9 min | 1,0 min | 1,6 min | 1,5 min |
| Lágyulás (10 perccel a kezdés után)              | 124 FE  | 144 FE  | 130 FE  | 133 FE  |
| Lágyulás (ICC / 12 perccel a maximum után)       | 155 FE  | 169 FE  | 159 FE  | 161 FE  |
| Farinográf minőségi értékszám                    | 35      | 27      | 33      | 32      |
|                                                  |         |         |         |         |
| Magyar szabvány                                  | CSB 1   | CSB 2   | CSB 3   | Átlag   |
| Nedvességtartalom                                | 6,5%    | 6,5%    | 6,5%    | 6,5%    |
| Konzisztencia vonal                              | 483     | 518     | 490     | 497     |
| Vízfelvétel                                      | 55,0%   | 54,5%   | 55%     | 54,8%   |
| Vízfelvétel (500FE-re korrigálva)                | 54,6%   | 55,0%   | 54,8%   | 54,8%   |
| Vízfelvétel (14% nedvességtartalomra korrigálva) | 46,6%   | 47,0%   | 46,8%   | 46,8%   |
| Tészta kialakulás ideje                          | 1,7 min | 1,8 min | 1,7 min | 1,7 min |
| Stabilitás                                       | 0,5 min | 0,2 min | 0,3 min | 0,3 min |
| Diagram szélessége                               | 60 FE   | 69 FE   | 57 FE   | 62 FE   |
| Ellágyulás (15 perc)                             | 160 FE  | 178 FE  | 166 FE  | 168 FE  |
| Magyar minőségi értékszám                        | 36,2    | 29,7    | 34,1    | 33,3    |
| Farinográf minőségi értékszám                    | 35      | 26      | 33      | 31      |

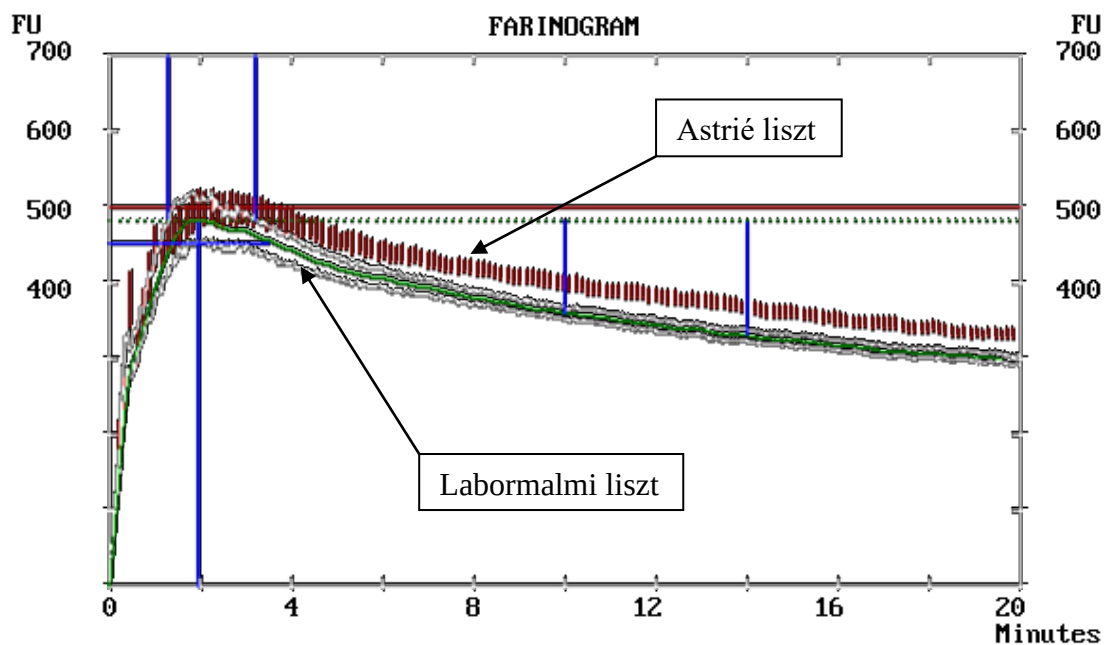
Az Astrié malom által őrölt gabona lisztjének Farinográfus értékelésének adatai a 9. táblázatban találhatóak. A CSL1-2-3 a Csoroszllya farmtól kapott liszt három párhuzamos mérésének a rövidítése.

9. táblázat Astrié malommal őrölt gabona lisztjének Farinográfus kiértékelése (saját szerkesztés)

| <b>ICC szabvány</b>                              | CSL1    | CSL2    | CSL3    | <b>Átlag</b>   |
|--------------------------------------------------|---------|---------|---------|----------------|
| Nedvességtartalom                                | 9,5%    | 9,5%    | 9,5%    | <b>9,5%</b>    |
| Konzisztencia vonal                              | 492     | 507     | 484     | <b>494</b>     |
| Vízfelvétel                                      | 62,5%   | 62,5%   | 62,5%   | <b>62,5%</b>   |
| Vízfelvétel (500FE-re korrigálva)                | 62,3%   | 62,7%   | 62,1%   | <b>62,4%</b>   |
| Vízfelvétel (14% nedvességtartalomra korrigálva) | 57,3%   | 57,7%   | 57,1%   | <b>57,4%</b>   |
| Tészta kialakulás ideje                          | 2,2 min | 2,7 min | 2,0 min | <b>2,3 min</b> |
| Stabilitás                                       | 2,1 min | 2,1 min | 2,3 min | <b>2,2 min</b> |
| Lágyulás (10 perccel a kezdés után)              | 102 FE  | 104 FE  | 97 FE   | <b>101 FE</b>  |
| Lágyulás (ICC / 12 perccel a maximum után)       | 136 FE  | 140 FE  | 126 FE  | <b>134 FE</b>  |
| Farinográf minőségi értékszám                    | 44      | 41      | 46      | <b>44</b>      |
|                                                  |         |         |         |                |
| <b>Magyar szabvány</b>                           | CSL1    | CSL2    | CSL3    | <b>Átlag</b>   |
| Nedvességtartalom                                | 9,5%    | 9,5%    | 9,5%    | <b>9,5%</b>    |
| Konzisztencia vonal                              | 492     | 507     | 484     | <b>494</b>     |
| Vízfelvétel                                      | 62,5%   | 62,5%   | 62,5%   | <b>62,5%</b>   |
| Vízfelvétel (500FE-re korrigálva)                | 62,3%   | 62,7%   | 62,1%   | <b>62,4%</b>   |
| Vízfelvétel (14% nedvességtartalomra korrigálva) | 57,3%   | 57,7%   | 57,1%   | <b>57,4%</b>   |
| Tészta kialakulás ideje                          | 1,9 min | 2,1 min | 1,8 min | <b>1,9 min</b> |
| Stabilitás                                       | 1,1 min | 0,9 min | 1,5 min | <b>1,2 min</b> |
| Diagram szélessége                               | 44 FE   | 57 FE   | 47 FE   | <b>49 FE</b>   |
| Ellágyulás (15 perc)                             | 141 FE  | 147 FE  | 133 FE  | <b>140 FE</b>  |
| Magyar minőségi értékszám                        | 43,6    | 42,1    | 45,2    | <b>43,6</b>    |
| Farinográf minőségi értékszám                    | 44      | 41      | 46      | <b>44</b>      |

A táblázatokból látszódik, hogy a vízfelvétel az Astrié malom lisztjénél sokkal magasabb, kicsivel több, mint 10% az eltérés. Szerintem ez két dologra vezethető vissza, az egyik a magasabb korpázottság, amit a Pekározás során bizonyítottam. A korpa jobban magába szívja

a nedvességet, aminek következtében kicsit meg is duzzad. A másik tulajdonság, amit nem sikerült a szitaanalízissel bizonyítani, hogy az Astrié malom lisztje sokkal finomabb szemcseméretű, ami a csúcsidő növekedésére van hatással, viszont a csúcsidő növekedése a vízfelvétellel is összefügg. (Markley és Bailey 1938, és Pulkki 1938 nyomán Dr Szalai, 2006) A másik korábban már bizonyított dolog, hogy az Astrié malom lisztjében magasabb a fehérje tartalom, azt a nedves sikértartalom vizsgálatával bizonyítottam. A Farinográfus vizsgálat ezt megerősítette, mert a tészta kialakulás ideje függ a nyersfehérje tartalomtól. A tészta kialakulás idejét fél percre kerekítve kell megadni, ami így a labormalommal őrlött búzából készült tésztánál 1,5 perc, míg az Astrié malom lisztjénél ez 2,5 perc. Ha nem használok a fél perces kerekítést, akkor is több mint 30 másodperc a különbség a két tészta kialakulási ideje között. Szerkesztettem egy közös farinogramot, ahol az Astrié liszt és a labormalmi liszt egy diagramon szerepel ez a 14. ábrán látható. A bordó pálcikákból álló diagram az Astrié liszt, míg a szürke határvonallal és zöld középvonallal ábrázolt farinogram a labormalmi liszt értékeit mutatja. A diagramon is jól látszódik, ami a táblázat adatai között szerepel, hogy a labormalmi liszt szerényebb reológiai értékekkel bír.



14. ábra Közös farinogram Astrié és labormalmi liszt (saját szerkesztés)

A táblázatból kiolvasható a stabilitási idő is, ami a tészta toleranciáját mutatja a gyúrással szemben. Eddig kísérletek nem mutattak ki kapcsolatot a liszt összetétele és a stabilitás között, de a tészta erősségére lehet belőle következtetni. Minél nagyobb a stabilitás, annál erősebb a tészta. A vizsgált lisztek mindegyike kis stabilitással rendelkezik, aminek a gyors ellágyulás a következménye, ezért alacsony Farinográf értékszámot kapott mind a két liszt. Viszont megfigyelhető, hogy az Astrié liszt sokkal magasabb értéket kapott, mint a labormalmi, de még ez is az elvárt érték alatt van. Amit már a sikérvizsgálatnál is írtam ez a búzának a tulajdonságára vezethető vissza, számomra a malmok összehasonlítása szempontjából az is elég, hogy az Astrié malommal őrölt búza lisztje jobb értékeket produkált, mint a labormalmi változat.

## 5.7 Mixolab 2 eredménye

A Mixolab készülékkel is három párhuzamos mérést végeztem, amiket átlagoltam és ezeket az értékeket hasonlítom össze. A mérés első 8 percében a Farinográfhoz hasonló vizsgálat fut. Ebben az idő tartományban a tészta kialakulás és stabilitás idejéről kapunk információt, illetve a vízfelvevő képességről. Mind a három eredmény esetén van némi különbség a Farinográf értékeihez képest, de arányaiban megmaradtak a különbségek a két liszt között, az adatokat a 10. táblázat szemlélteti. Az adatokkal a Farinográf eredményeit tudom megerősíteni, hogy az Astrié liszt magasabb vízfelvétellel bír, és a tészta stabilitása is jobb, mint a labormalommal előállított liszt esetén.

10. táblázat Farinográf és Mixolab értékeinek összehasonlítása (saját szerkesztés)

|                         | Labormalmi liszt |           | Astrié liszt |           |
|-------------------------|------------------|-----------|--------------|-----------|
|                         | Farinográf       | Mixolab   | Farinográf   | Mixolab   |
| Tészta kialakulás ideje | 2 perc           | 2,84 perc | 2,3 perc     | 2,98 perc |
| Tészta stabilitás       | 1,5 perc         | 1,7 perc  | 2,2 perc     | 2,7 perc  |
| Vízfelvétel             | 54,80%           | 52,60%    | 62,50%       | 61,20%    |

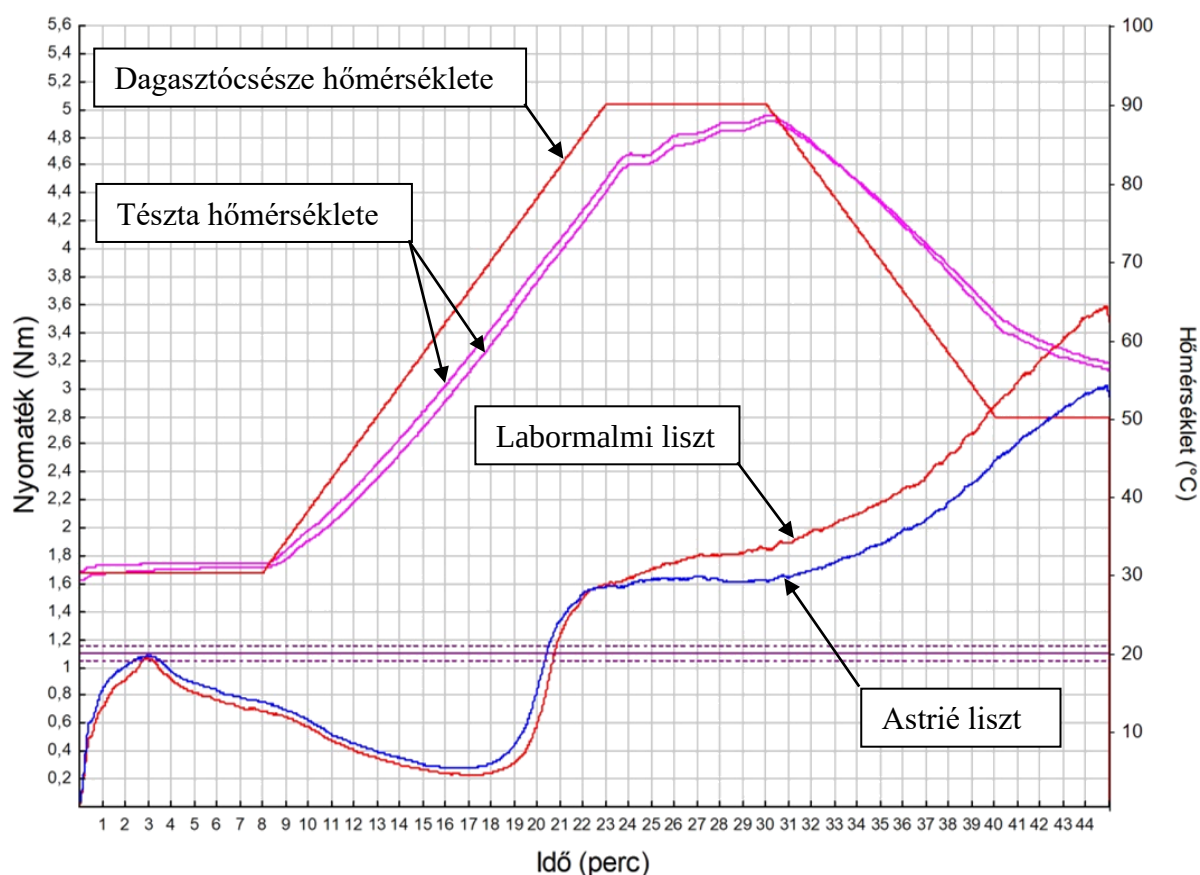
A labormalmi liszt Mixolabból kinyert adatainak átlagát a 11. táblázat tartalmazza. A táblázat C1 és CS sora a Farinográfhoz hasonló mérést tartalmaz. A nyomaték a Farinográf egység helyett mutatja a tészta ellenállását. Az amplitúdó a farinogramnál látott alsó és felső vonal közötti távolságot adja meg szintén nyomatékban. A C1 érték a tészta kialakulására vonatkozik, míg a CS érték a 8. percben mért ellágyulást mutatja.

11. táblázat Labormalmi liszt Mixolab eredménye (saját szerkesztés)

| A víztartály hőmérséklete | 30 °C         |                  |                                |                   |                      |
|---------------------------|---------------|------------------|--------------------------------|-------------------|----------------------|
| Keverési sebesség         | 80 rpm        |                  |                                |                   |                      |
| Vízabszorpció             | 52.6 %        | 14% bázis (b14)  |                                |                   |                      |
| Nedvességtartalom:        | 6.5 %         |                  |                                |                   |                      |
|                           | Idő<br>(perc) | Nyomaték<br>(Nm) | Tészta<br>hőmérséklete<br>(°C) | Amplitúdó<br>(Nm) | Stabilitás<br>(perc) |
| C1                        | 2,84          | 1,078            | 30,4                           | 0,05              | 1,7                  |
| CS                        | 8,00          | 0,688            | 30,7                           |                   | 5,1                  |
| C2                        | 16,87         | 0,230            | 55,6                           |                   |                      |
| C3                        | 44,81         | 3,454            | 56,4                           |                   |                      |
| C4                        | 30,00         | 1,825            | 87,8                           |                   |                      |
| C5                        | 45,02         | 3,357            | 56,3                           |                   |                      |
| Alfa                      | -0,051        |                  |                                |                   |                      |
| Béta                      | 0,034         |                  |                                |                   |                      |
| Gamma                     | 0,121         |                  |                                |                   |                      |

A 8. perc után elkezdődik a tészta melegítése, ami kezdetben 55-60°C közötti hőmérsékletig történik, itt a fehérje gyengülését méri a műszer a keverés és a hő hatására, ez a C2 sorban mutatja a tészta által tanúsított keverési ellenállás minimumát. A melegítés nem áll le ezen a hőmérsékleten, hanem 90°C-ig melegíti a dagasztó csészét a műszer, aminek következtében a tészta megközelíti ezt az értéket, de pár °C eltérés marad. Ezen a hőmérsékleten a fehérjék már denaturálódtak, és a keményítő is elcsirizesedett. Ezt a C3-as sor mutatja be, de mind a három párhuzamos mérés esetén kimaradt a köztes mérés, és csak a teszt befejezésekor mérte meg a gép a keverés ellenállását. Ebben a szakaszban a keményítő gélesedése miatti viszkozitást vizsgálja a berendezés. A diagramokat elemezve arra a következtetésre jutottam, hogy 80°C felett a keverés ellenállásában csökkenésnek kellene kirajzolódni, és a csökkenés előtti inflexiós pontot (helyi maximum értéket) tekinti a gép a C3

szakasz kezdetének (15. ábra). Ez azonban elmarad, mert nincs csökkenés a 80°C feletti tartományban, vagyis nincs maximum érték sem. Ez az amiláz enzim működésére utal, vagyis arra, hogy nem folyósít el nagy mennyiségű keményítőt. Ennek két oka lehet, az egyik, hogy a keményítő ellenáll az enzimnek, a másik, pedig az enzim alacsony jelenlétére utalhat.



15. ábra Közös Mixolab diagram labormalmi és Astrié liszt (saját szerkesztés)

Mivel az Astrié malommal őrölt liszt esetében a C3-as szakasz kezdete detektálható (12. táblázat), ezért nem a keményítő ellenállására gondolok, hanem arra, hogy az aleuron réteggel együtt több enzim jut a lisztbe. A C4-es szakasz a tészta hőmérséklet maximumában kezdődik és a keményítő gélesedése miatti ellenállás növekedését vizsgálja. Ehhez hozzá tartozik, hogy az előző szakasz adatai alapján megállapítható, hogy a keményítő igen kis része lett elbontva, az alacsony amiláz enzim jelenlét miatt. Az utolsó szakasz a keményítő

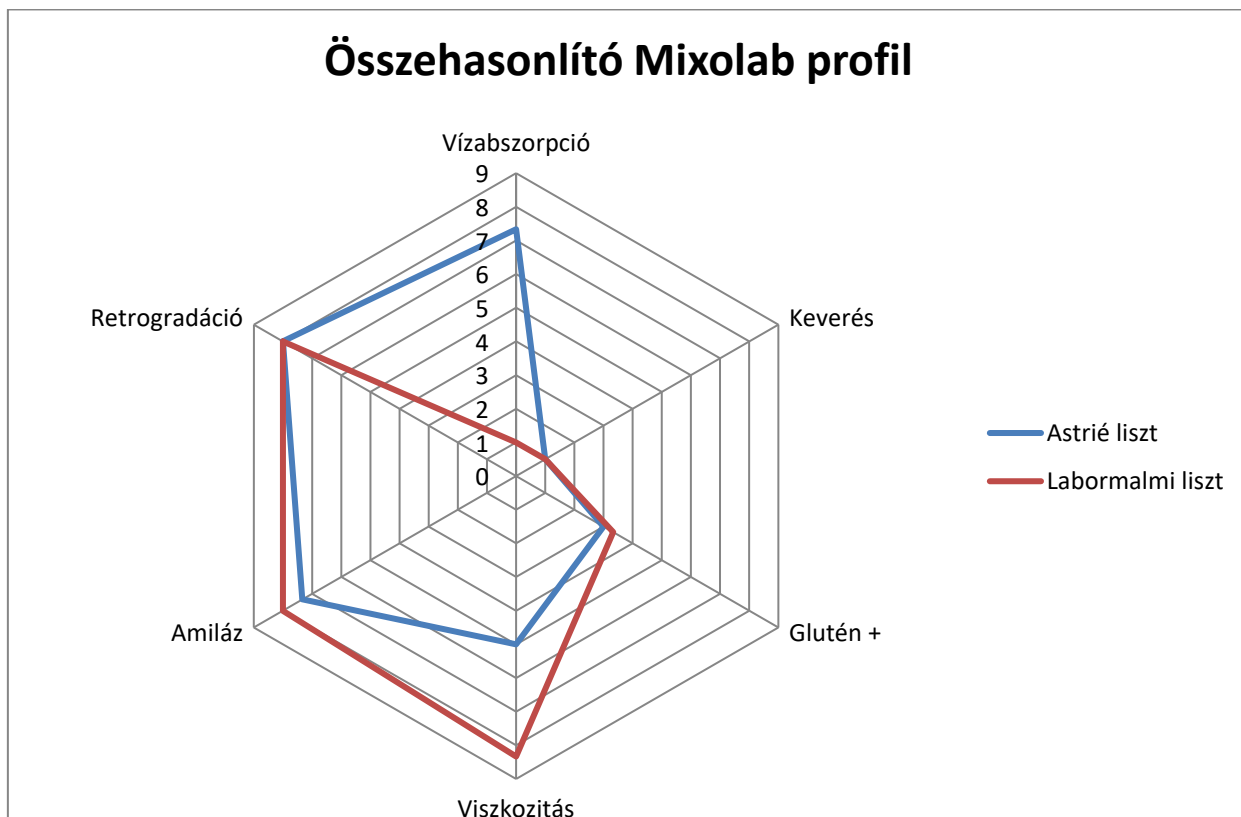
retrogradációját vizsgálja, azon az elven, hogy ha nincs sok keményítő elbontva, akkor a gélesedés miatt magas lesz a keverés ellenállása. Minél kevesebb a gél állagú keményítő annál kevesebb víz tud kiszorulni a keményítő rendeződése, kristályosodása során.

12. táblázat Astrié liszt Mixolab eredménye (saját szerkesztés)

| A víztartály hőmérséklete | 30 °C         |                  |                                |              |                      |
|---------------------------|---------------|------------------|--------------------------------|--------------|----------------------|
| Keverési sebesség         | 80 rpm        |                  |                                |              |                      |
| Vízabszorpció             | 61.2 %        | 14% bázis (b14)  |                                |              |                      |
| Nedvességtartalom:        | 9.5 %         |                  |                                |              |                      |
|                           | Idő<br>(perc) | Nyomaték<br>(Nm) | Tészta<br>hőmérséklete<br>(°C) | Amp.<br>(Nm) | Stabilitás<br>(perc) |
| C1                        | 2,98          | 1,095            | 30,8                           | 0,06         | 2,7                  |
| CS                        | 8,00          | 0,754            | 31,0                           |              | 5,5                  |
| C2                        | 16,93         | 0,278            | 56,6                           |              |                      |
| C3                        | 32,92         | 2,132            | 76,0                           |              |                      |
| C4                        | 29,30         | 1,628            | 87,4                           |              |                      |
| C5                        | 45,01         | 2,950            | 55,8                           |              |                      |
| Alfa                      | -0,056        |                  |                                |              |                      |
| Béta                      | 0,133         |                  |                                |              |                      |
| Gamma                     | 0,015         |                  |                                |              |                      |

Az  $\alpha$ ,  $\beta$ ,  $\gamma$  értékek a diagramokon meredekségeket mutatnak, amiből a folyamat sebessége látható. Az  $\alpha$  meredekség a fehérje gyengülési sebességét mutatja, ami a 30°C-os szakasz végétől a C2 szakaszig tart. A  $\beta$  a keményítő gélesedési sebességét adja, ami a C2 és C3 szakasz közötti rész meredeksége, míg a  $\gamma$  az enzim csökkenést mutatja a C3 és C4 közötti rész meredeksége alapján, ami szintén azt támasztja alá, hogy ha nincs 80°C elérése után inflexiós pont, akkor az egyenes meredeksége pozitív előjelű. Az Astrié liszt esetén az átlag pozitív, de ezt az a mérés eredményezi, ahol nem detektálható a helyi maximum, mert nagyon eltorzította az eredményt. Összességében mind a két liszt esetén kijelenthető, hogy ezek a meredekségek nem gyors folyamatokra utalnak, de a  $\beta$  és  $\gamma$  értékeket befolyásolja, az amiláz enzim jelenléte. Az enzim jelenlét természetesen a búza tulajdonságai közé tartozik, a vizsgálatokkal csak azt sikerült bizonyítani, hogy eltérő mennyiségben kerül a lisztbe az őrlés fajtájától függően.

A két liszt egyszerűbb összehasonlítása miatt nem a táblázat adatai alapján mutatom be az értékeket, hanem a pókháló diagram segítségével, ami a 16. ábrán látható.



16. ábra Labormalmi és Astrié liszt Mixolab profilja (saját szerkesztés)

A profil alapján megerősítést nyert a Farinográffal végzett vizsgálat, hogy az Astrié malommal őrlött liszt több vizet képes megkötni, viszont a keverésnek minimálisan áll ellen, az okokat abban a fejezetben bemutattam. A Glutén + érték a siker hővel szembeni ellenállását mutatja, ezért szinte minimális a különbség a két liszt között, ezt a tulajdonságot őrléssel nem lehet befolyásolni. A viszkozitás és az amiláz értékei közötti különbséget csak az őrlés befolyásolhatja, mert ennyire jelentős eltérés nem lehet azonos tétel búza esetén. A retrogradáció a keményítő öregedéséről ad információt, ami szintén a keményítő enzim bontásával szorosan összefügg. A diagramból jól látható, hogy vannak olyan tulajdonságai a lisztnek, amik megegyeznek, vagy közel azonosak, ezek a búza tulajdonságaira vezethetők vissza, az eltérések azonban az őrléssel vannak összefüggésben. Ez lehet az, hogy finomabb a liszt szemcsemérete, de adódhat abból is, hogy más alkotók vannak az őrleményben.

## 6 Összefoglalás

A bemutatott vizsgálatok alapján az Astrié malommal lehet javítani egyes tulajdonságain a lisztnek. Ez a dolgozat nem hivatott állást foglalni arról, hogy a teljes kiőrlésű vagy a fehér liszt a jobb vagy egészségesebb, de azt be tudtam mutatni, hogy a gránit köves malom korpázottabb lisztet ad, valamint a nedves sikértartalma is magasabb lesz a vele őrlött búza lisztjének, ami szintén az őrlésre vezethető vissza. Az őrlés finomságát nem sikerült bemutatnom a szitaanalízissel, de az érzékszervi vizsgálatom szerint finomabb szemcseméretű lisztet ad a malom. Ide tartozik, hogy a csíra is bele kerül az őrleménybe, nem távolítják el a korpával. Dolgozatomhoz nem végeztem ilyen kísérletet, de a magasabb őrlés kihozatal és az őrlés közbeni alacsony hőmérséklet valószínű kedvez a gabonában lévő ásványi anyagok, vitaminok megőrzésének, jelenlétének a lisztben.

A reológiai vizsgálat bemutatta, hogy a tészta minőségén is tud javítani a malom, mégpedig a magasabb fehérjetartalom, a finomabb szemcseméret a korpázottság és az enzimek megtartásának segítségével. A dolgozat korlátjai nem teszik lehetővé, de számomra érdekes lenne, hogy egy jobb tulajdonságú búza esetén milyen különbségek lennének az Astrié malommal őrlött búza lisztje és egy mai modern hengerszékes malom lisztje között.

Összességében elmondható, hogy az Astrié malom nem csak egy reklámfogásnak köszönheti jelenlétét a mai malomiparban, habár hazánkban egyelőre nem egy elterjedt eszközről van szó, de a tervezők nem is az ipar igényeinek kielégítésére alkották ezt a malmot. Franciaországban a paraszti gazdaságok nagyobb szerepet kaptak a lakosság ellátásában, és a farmoknak sincs olyan nagy kapacitása, amit ez a malom ne tudna kiszolgálni, nem véletlen, hogy ott több ezer ilyen malom van szolgálatban.

## 7 Irodalmi hivatkozások

- A búzakeményítő és az egészséges táplálkozás.* (é. n.). Elérés 2021. december 4., forrás [http://www.eletestudomany.hu/a\\_buzakemenyito\\_es\\_az\\_egeszseges\\_taplalkozas](http://www.eletestudomany.hu/a_buzakemenyito_es_az_egeszseges_taplalkozas)
- Astrié-kenyér a Szápári Biofarmról!* (é. n.). Pipacs Blog. Elérés 2021. december 4., forrás [https://pipacspekseg.blog.hu/2020/07/14/elindultak\\_a\\_kiserleti\\_sutesek\\_palik\\_feriek\\_astrie-malommal\\_orolt\\_lisztjevel](https://pipacspekseg.blog.hu/2020/07/14/elindultak_a_kiserleti_sutesek_palik_feriek_astrie-malommal_orolt_lisztjevel)
- Awika, J. M., Piironen, V., Bean, S., & American Chemical Society (Szerk.). (2011). Chapter 1—Major Cereal Grains Production and Use around the World. In *Advances in cereal science: Implications to food processing and health promotion* (o. 1–13). American Chemical Society.
- Dr Szalai, L. (2006). *Gyakorlatok a Hankóczy Laboratóriumban*. Egyetemi jegyzet.
- Farinográf leírása.* (é. n.). Elérés 2021. december 4., forrás <http://mek.oszk.hu/00000/00058/html/fgrtxt.htm>
- Finnie, S., & Atwell, W. A. (Szerk.). (2016a). Chapter 5—Wheat and Flour Testing. In *Wheat Flour* (o. 57–77). AACC International Press. <https://doi.org/10.1016/B978-1-891127-90-8.50005-X>
- Finnie, S., & Atwell, W. A. (Szerk.). (2016b). Chapter 2—Milling. In *Wheat Flour (Second Edition)* (o. 17–30). AACC International Press. <https://doi.org/10.1016/B978-1-891127-90-8.50002-4>
- Finnie, S., & Atwell, W. A. (Szerk.). (2016c). Chapter 3—Composition of Commercial Flour. In *Wheat Flour (Second Edition)* (o. 31–48). AACC International Press. <https://doi.org/10.1016/B978-1-891127-90-8.50003-6>
- Kóczánné dr. Manninger, K. (2021a). *A búza minőségi vizsgálatai és előírt követelményei*. Egyetemi jegyzet.

Kóczánné dr. Manninger, K. (2021b). *Búza fizikai tulajdonságai, laboratóriumi őrlés, szitaanalízis*. Egyetemi jegyzet.

Le moulin astrié. (é. n.). *Le fournil des Eparis*. Elérés 2021. november 21., forrás <https://lefournildeseparis.org/le-fournil-des-eparis/le-moulin-astrie/>

Malom. (é. n.). Csoroszlya Farm. Elérés 2021. december 4., forrás <https://csoroszlyafarm.hu/pages/malom>

Mikus K. (1993). Ganz Ábrahám és Mechwart András munkássága. In *Tanulmányok a természettudományok: Köt. a technika és az orvoslás történetéből. Tanulmányok a természettudományok* (o. Technology and Medicine). Műszaki és Természettudományi Egyesületek Szövetsége, Tudomány- és Technikatörténeti Bizottság. <https://doi.org/10.23716/TTO.01.1993.20>

Mixolab 2—Dough Analysis | CHOPIN Technologies. (é. n.). Elérés 2022. március 13., forrás <https://www.kpmanalytics.com/products/mixolab-2>

MOULIN ASTREIA. (é. n.). Farine Astreia. Elérés 2021. november 21., forrás <https://www.farine-de-meules.com/moulin-astreia>

Moulin Astrié | Ferme du Petit Noyer. (é. n.). Elérés 2021. november 21., forrás <https://fermealanoix.ch/moulin/>

MSZ 6369-6, (2013).

MSZ EN ISO 712, (2010).

MSZ EN ISO 21415-2, (2016).

PEKÁR IMRE. (é. n.). Elérés 2022. február 25., forrás <https://tudosnaptar.kfki.hu/p/e/pekari/pekaripant.html>

Posner, E. S., & Hibbs, A. N. (2005a). Chapter 1—Wheat: The Raw Material. In *Wheat flour milling* (2nd ed, o. 1–46). American Association of Cereal Chemists.

Posner, E. S., & Hibbs, A. N. (2005b). Chapter 5—The Grinding Process. In *Wheat flour milling* (2nd ed, o. 185–222). American Association of Cereal Chemists.

*Production of wheat worldwide 2021/2022.* (é. n.). Statista. Elérés 2022. március 12., forrás <https://www.statista.com/statistics/267268/production-of-wheat-worldwide-since-1990/>

*Sartorius MA50/MA100 Series Moisture Analyzer—Dynamic Scales, Inc. - Scale & Measurement Specialist.* (é. n.). Elérés 2022. március 12., forrás [http://store.dynamicscales.com/index.php?main\\_page=product\\_info&products\\_id=212](http://store.dynamicscales.com/index.php?main_page=product_info&products_id=212)  
4

*STADAT – 6.4.1.7. A búza termelése (2000–).* (é. n.). Elérés 2021. december 4., forrás [https://www.ksh.hu/docs/hun/xstadat/xstadat\\_eves/i\\_omn012c.html](https://www.ksh.hu/docs/hun/xstadat/xstadat_eves/i_omn012c.html)

*SZÁNTÓFÖLDI NÖVÉNYTERMESZTÉSTAN.* (é. n.). Elérés 2022. március 12., forrás <https://mek.oszk.hu/01200/01216/01216.htm#6>

## **Köszönetnyilvánítás**

Ez úton szeretnék köszönetet mondani Kóczánné dr. Manninger Katalin tanárnőnek, aki javasolta a TDK dolgozat elkészítését, és a kísérletek elvégzésénél, valamint az írás folyamán szakmai iránymutatásával segítette munkámat.

Köszönettel tartozom a Csoroszlya farm tulajdonosának, Nobilis Ágostonnak, hogy megismerkedhettem ezzel a különleges francia malommal és a kísérletek elvégzéséhez biztosította számomra a lisztet és búzát.

## **ASTRIÉ KŐMALOM ÉS HENGERMALOM ÖSSZEHASONLÍTÁSA VEGYESEN VETETT FRANCIA BÚZAKEVERÉKKEL**

Comparison of Astrié stone mill and rolling mill with mixed sown French wheat mixture

Készítette: **ILLÉS VINCE LEVENTE MATE** Budai Campus, Élelmiszertudományi és Technológiai Intézet, Édes és zsiradékpari technológiák és minőségügy, levelező (BSc), III. évfolyam

Témavezető: **Kóczán Györgyné dr. Manninger Katalin** Egyetemi Adjunktus, MATE Budai Campus, Élelmiszertudományi és Technológiai Intézet, Gabona és Iparnövény Technológiai Tanszék

A hengermalmok egyik alternatíváját, egy francia tervezésű kőmalmot mutatok be, és hasonlítok össze a két malom őrlményén keresztül. A lassú fordulatú gránitkövek közötti őrlés technológiáját az 1950-es években tökéletesítették ki az Astrié testvérek. Állításuk szerint az őrlmény megőrzi a gabona teljes beltartalmi értékét, ezt a kijelentést ellenőrzöm a dolgozatomban.

A Csoroszllya farm jóvoltából sikerült ugyanabból a tételből származó gabonát és lisztet összehasonlítanom. A búza a francia paraszti vetőmaghálózaton keresztül összegyűjtött fajtákból készített vetőmag keverékből származik. A szemes búzából labormalmi őrléssel állítottam elő lisztet, és ezt a farm Astrié malmával őrlt liszttel hasonlítottam össze. Pekározással a lisztbe jutó korpa mennyiségét állapítottam meg, nedves siker tartalom és sikerindex vizsgálattal a gabonából a lisztbe jutó sikerképző fehérjék mennyiségét és minőségét vettem össze. A Farinográfós vizsgálat és a komplett tézsta vizsgálat Mixolab berendezéssel a tézsta reológiai tulajdonságait mutatja meg, de a Mixolab segítségével az enzimek aktivitását is meg lehetett állapítani. A vizsgálatok bemutatták, hogy az őrlés technológiája milyen hatással van a lisztre, és ezen keresztül a tézsta minőségére. A malom javított a tézsta tulajdonságain a finomabb szemcseméret, a korpázottság, a magasabb fehérjetartalom és az enzimek megtartásának segítségével. Ezek természetesen függnék a gabona adottságaitól is, hogy az aleuron réteg mennyi és milyen fehérjét, illetve enzimet tartalmaz, de jelentős különbségek mutatkoztak a két őrlmény között. Sajnos több vizsgálat is kimutatta, hogy a búza adottságai nem felelnek meg a malmi búza kritériumának, de a különbségek így is látványosak.

Összességében elmondható, hogy az Astrié malom nem csak egy reklámfogásnak köszönheti jelenlétét a mai malomiparban. Hazánkban egyelőre nem egy elterjedt eszközről van szó, de a tervezők nem is az ipar igényeinek kielégítésére alkották ezt a malmot. Franciaországban a paraszti gazdaságok nagyobb szerepet kaptak a lakosság ellátásában, és a farmoknak sincs olyan nagy kapacitása, amit ez a malom ne tudna kiszolgálni, nem véletlen, hogy ott több ezer ilyen malom van szolgálatban.