

Gabona minőségellenőrző műszer fejlesztése, kisüzemi malomipari technológiák minőségbiztosítására

Development of mobile equipment for milling industry for small plants for rapid test of grain contamination

Polyák Dominika¹, Rádics János Péter¹, Kerényi György¹, Bellus Zoltán², Hamar József³

¹*BME, Gép- és Terméktervezés Tanszék
H-1111 Budapest, Bertalan Lajos u. 1.*

²*VM Mezőgazdasági Gépesítési Intézet
H2100 Gödöllő, Tessedik Sámuel u. 4.*

³*Malomgyártó Kft.
H-7400 Kaposvár, Vasvári Pál u. 1.*

ABSTRACT:

In human nutrition crops play important role, both quantitatively and qualitatively. In preserving health and increasing the biological boundaries of human life healthy diet based on grains rich in dietetic fibre plays important role. The project will focus not only on the development of new products but of new grain quality testing technology. In the course of the project milling machines will be also developed besides a new efficient, mobile quality tester equipment. The results of the project may contribute to a better health status of the population, as researches prove the whole-grain based diets.

1. BEVEZETÉS

Az egészség megőrzésében, az emberi élet biológiai határának növelésében a megfelelő étrend, növényi rostokban gazdag gabonafélék meghatározó szerepet töltenek be. A teljes kiőrlésű gabonákból készült ételek fontos forrásai a tápanyagoknak, valamint a fito-védő anyagoknak, amik hiányos mennyiségben találhatóak az európai emberek étrendjében. Fontos népegészségügyi előnyökkel járhat a jóízű teljes kiőrlésű gabonaételek választékának, valamint elérhetőségének növelése. A tudomány is alátámasztja azokat az egészséggel kapcsolatos állításokat, amelyek a teljes kiőrlésű gabonaételek fontosságára irányulnak, a szívkoszorúér betegség, valamint egyes rák és a 2-es típusú cukorbetegség rizikócsökkentését illetően.

A különböző gabona magvak, így a teljes kiőrlésű gabona is, a helytelen termesztéstechnológia vagy tárolási körülmények következtében akár egészségre ártalmas összetevőket is tartalmazhat.

A problémát a gabona kalászában jelentkező gombafertőzés okozza. A gombáknak egyes fajtái méreganyagot termelnek. A gombafertőzést a legnagyobb technológiai elővigyázatosság mellett sem lehet kizárni. Benne van a termőtalajban és a szél által szállított spórái megfertőzik a kalászokat. A fertőzést azonban kordában lehet tartani illetve a későbbi feldolgozás során ellenőrizni kell a végtermék minőségét. A gombák méreganyaga a betakarítás után, a tárolt gabonán is termelődhet, kiváltképpen nyirkos, vagy nem kellően szigetelt raktárakban.

A 2008–2009-es gabonaszazon az átlagosnál fertőzöttebbnek számított. Ennek eredményeként több hír is beszámolt arról, hogy egymástól függetlenül egy tízéves kisfiú és egy ötéves kislány hormonháztartását borították fel a nem kellően ellenőrzött gabona alapú bio-élelmiszerek. A gombás toxinfertőzések az élelmiszer-biztonsági kockázat mellett jelentős minőség romlást is okoznak.

Célunk olyan gabona feldolgozási technológia kidolgozása, ahol az említett okok folytán gabona fertőzésmentességének ellenőrzése is lehetséges és fontos.

A kifejlesztetni kívánt technológia kiterjed a hagyományos őrlési eljárásokat preferáló, de a teljes kiőrlésű liszt rövidebb eltarthatósága miatt kisebb teljesítményű, könnyen telepíthető, gépek megvalósítására és validálására is.

A kutatás fő célja egy új, hatékony minőségellenőrző berendezés technológiájának kidolgozása, és alapjainak, rendszerének megteremtése.

2. KUTATÁSI MÓDSZEREK

A termények gyors minőség meghatározásában széles körben elterjedt technika a közeli infravörös (near infrared) spektroszkópiai (NIR – reflexió, NIT – transzmissziós) módszerek köre, ahol a vizsgálandó objektumok kémiai és fizikai tulajdonságait hordozó spektrumok mérése néhány másodperc alatt elvégezhető.

A módszer lényege, hogy a vizsgálandó mintát a közeli infravörös sugárzás tartományban, a 750 és 1400 nm közötti hullámhossz tartományban vizsgáljuk. A mintát az adott tartományban sugárzó fényforrással világítjuk meg. A mintán haladó, vagy a mintáról visszaverődő sugárzást érzékelve a minta molekuláris tulajdonságai vizsgálhatók. A vizsgált anyagösszetétel a kémiai kötésektől függően az adott hullámszámú elektromágneses sugárzást elnyeli és ennek függvényében a spektrumban abszorpciós sávok jelennek meg. A rögzített spektrum a transzmittanciát vagy az abszorpanciát ábrázolja a hullámhossz függvényében. A közeli infravörös tartományban többnyire halogén lámpát és szilícium (Si) alapú detektorokat, indium-gallium-arszenid (InGaAs) vagy ólom-szulfid (PbS) detektorokat használhatók.

A NIR spektroszkópia alapú gyorsvizsgálat alkalmazásával a búza minősége gyorsan meghatározható. A nagy gyakoriságú mérés pedig lehetővé teszi a minőség és terveink szerint a fertőzöttség kimutatásának nagy sebességű monitorozását.

A technológia korábban csak őrölt minták esetében volt alkalmas a releváns minőségi adatot predikciójára, azonban napjainkban már széles körben alkalmazottak azok a rendszerek, melyek búzaszemminták elemzését teszik lehetővé.

A megfelelő érzékelési tartománnyal és spektrális felbontással rendelkező NIR tartományú spektroszkópiai rendszer potenciálisan alkalmas eszköz, hogy a fusarium és egyéb gombás fertőzés hatására a búzaszemben bekövetkező kémiai, fizikai és fiziológiai változások és anomáliák következtében megváltozó spektrális tulajdonságokat kimutassa.

A spektroszkópiai és referencia adatok megfelelő szűrése után a kalibrációs összefüggések vizsgálata alapján statisztikailag igazolt kapcsolat definiálható a fusarium fertőzés mértéke és a fertőzésre jellemző spektrális

tartomány kvantitatív elváltozása között. A módszer magában hordozza a különböző fusarium fajok spektrális tulajdonságok alapján történő azonosításának lehetőségét is.

A kutatás során laboratóriumi körülmények között végzett mesterségesen fertőzött búzaminintákat vizsgálunk NIR tartományban dolgozó spektrométerrel. A minták ismert mértékben és meghatározott fusarium fajjal vannak fertőzve, mely lehetőség biztosít mind a fertőzés mértékére, mind pedig a fertőzés fajtára irányuló szenzitív hullámhossztartományok és spektrális jellemzők azonosítására.

Az alapvető összefüggéseket a megfelelően automatizált érzékelő és végrehajtó rendszerbe illesztve megoldhatóvá válik a nagy mennyiségű termény egészségügyi szűrése, illetve a fusarium-al fertőzött búzaszemek kiválogatása, osztályozása.

3. TECHNOLÓGIA FEJLESZTÉS

Az ellenőrző eljárások kidolgozása mellett szükséges olyan malomipari gépek fejlesztését elvégeznünk, amelyek a piacon hiánypótló módon alkalmasak kisüzemi (40-100kg/óra) keretek között, a felhasználásra szánt teljes kiőrlésű lisztek előállítására.

3.1. HÁNTOLÓ BERENDEZÉS

Hántoló - szelelő - rostagép kialakítása egységesen összekapcsolható gépcsaldként és külön-külön is használható működtethető berendezésként való fejlesztése szerepel elsőként az alap technológia fejlesztési lehetőségeit felsoroló kitűzött célok között. Ilyen jellegű berendezés sem a hazai, sem pedig a nemzetközi gyakorlatban sem lelhető fel.

3.1.1. HÁNTOLÓ BERENDEZÉS

Kialakítását úgy kívánjuk megoldani, hogy különböző típusú gabonaféle szemekhez egyaránt alkalmas legyen. A magok hántolását a berendezés úgy végezné, hogy semmilyen alkatrészt, adaptert ne kelljen cserélni a berendezésen, lehetőség szerint az alkalmazott kutatás során meghatároznánk azokat a technológiai paramétereket, amelyek segítségével, a gép beállításainak módosításával történhet meg az átállítás különböző terményekre. A hántoló berendezés alkalmazhatóságának ki kell terjednie árpa, búza, zab, tönkölybúza, köles, napraforgó és rizs szemek hántolására is. Hántoló berendezések között még olyan nincs a piacon amely mindenféle adapter csere nélkül képes a különböző féle szemek maghéjának

eltávolítására, hántolására. Külön kiemelt szempont az egyszerű kezelhetőség, szabályozhatóság.

3.1.2. SZELELŐ

A lehántolt héjat és a magot a technológiai folyamat következő lépéseként fajsúly alapján kell szétválasztani. Alapkövetelmények a megfelelő szabályozhatóság és a hántolóhoz való egyszerű illeszthetőség. Ezek a paraméterek a fejlesztés során elvégzett mérések, és tesztek segítségével alakíthatók ki. A különféle magokhoz tartozó munkaparaméterek főként a szabályozható légáram sebességével és irányával jellemezhetők.

3.1.3. ROSTA

A lehántolt magvak azonos fajsúlyú részeinek szétválogatására alkalmas berendezés. A rosta lemezeit magtípusoktól függően cserélni kell, hogy méret szerint megfelelően szétválogassa a magokat. A lemezek egyszerű cserélhetősége biztosítja a gyors átállást a különböző termények között.

A hántoló-szelelő-rosta gépcsalád egyes gépei külön-külön és egybekapcsolva is üzemeltethetők lesznek. Nagyon egyszerű, gyors összekapcsolhatóság megoldására törekszünk. Valamennyi gép esetében 220V feszültségű elektromos motor kerül beépítésre amely biztosítja a házi, vagy kisüzemben való használhatóságot.

3.1.4. KÖZÜZEMI KISMALMOK

Jelenleg nem található a piacon 40-100 kg/óra kapacitású kismalom, amely kisebb pékségek, cukrászatok, óvodák, egészségügyi intézmények, kisebb gazdaságok malmi igényeit kielégítené. A teljes kiőrlésű gabonák iránt egyre nagyobb a kereslet és ezen belül is a friss őrlés kerül előtérbe az egészséges táplálkozás során.

Korrózióálló acélházas kivitelben kerül fejlesztésre az óránként 20-40 kg közötti teljesítményre képes őrlőköves malom. A malom anyaga a HACCP előírásainak is megfelel. Szükséges a megfelelő őrlőkö tervezése és gyártása is, mivel a jelenlegi gyakorlatban ez a technológia nincs a piacon. A korábban alkalmazott vízszintes elhelyezett őrlőkövekkel szemben, az őrlőköveket függőleges helyzetben - vízszintes tengelyre elhelyezve – szerelnénk fel, amennyiben a fejlesztés során a mérési eredmények bizonyítják elképzeléseinket.

4. EREDMÉNYEK, TOVÁBBI CÉLKITŰZÉSEK

A kutatás első lépéseként szakirodalom kutatást végeztünk, amely célja egyrészt a hántolás témakörében végzett kutatások módszertanának feltárása, másrészt az eredmények összesítése. A feltárt korábbi kutatások tapasztalatait elemezve választ kaphatunk arra, hogy a kutatóintézetek által végzett korábbi kutatások milyen problémákra adtak választ, illetve melyek azok a területek, amelyeket nem kell vizsgálnunk a hántolás összefüggéseinek elemzése során. A szakirodalom kutatás további célja, hogy feltárjuk azokat az élő és lejárt szabadalmakat, amelyek segítségével a védett konstrukciós megoldások és működési elvek áttekinthetők. A szabadalomkutatás segítségével ki kell zárunk egyes konstrukciós lehetőségeket, amelyek szabadalmi védettsége miatt, a projektben megvalósuló végleges hántoló megoldásnak eltérő elven kell működnie.

4.1. GYAKORLATI TAPASZTALATOK ÖSSZEGYŰJTÉSE

A téma megalapozására felkerestünk olyan malomipari cégeket, ahol a hántolás szerepel a technológiai sorban. A tapasztalatok összegyűjtését a lehetséges mértékben el kell végezni, fel kell térképezni a jelenlegi általános gyakorlatban használt és a nagyüzemi gyakorlatban nem fellelhető technológiákat is:

- köves hántolás
- ütköztetési hántolás
- rostás koptatás

A kutatásnak ki kell térnie a szakirodalomban megtalálható, gyakorlatban alkalmazott megoldások összegyűjtésére és rendszerezésére is. Ezen konstrukciós megoldások vagy működési elvek elemzése megalapozhatja a kutatások egyes részfeladatait, az egyes konstrukciók ismert hátrányainak elkerülésére szolgáló megoldások felderítésével. Az ismert és/vagy alkalmazott technológiák és berendezések összefoglalásának, a kutatás-fejlesztési projekt jellege miatt, ki kell térnie azon megoldások elemzésére is, amelyeket a jelenlegi nagyipari gyakorlatban már nem alkalmaznak. Az áttekintésnél szem előtt kell tartani, hogy a projekt keretében létrejövő eljárás, a jelenlegi gyakorlatban alkalmazottnál kisebb volumenű élelmiszer alapanyag előállítását célozza meg, ezért olyan megoldások is látókörbe kerülhetnek, amelyeket a jelenlegi gyakorlatban nem alkalmaznak.

4.2. HÁNTOLÁSI TECHNOLOGIAI PARAMÉTEREINEK FELTÁRÁSA

Meghatározzuk a függőleges tengely körül változtatható szögsebességgel forgó, egyenes (radiális, vagy a sugárirányához képest szöggel hajló), vagy íves bordákkal ellátott tárcsára, vagy speciális lapátokkal ellátott kerékre a forgástengely mentén adagolt anyagalmaz és összetevői mozgásviszonyát. Meghatározzuk a tárcsáról (kerékről) a tehetetlenségi erők (centrifugális és Coriolis) hatására a tárcsa (kerék) síkjában nagy sebességgel le(ki)repülő halmazalkotók mozgásviszonyait és kinetikai energiáját. Megállapítjuk a tárcsát (keréket) körülvevő, a forgástengellyel közös tengelyű palástfelületen az ütközés következtében a maghéj- és a magbelső szétválasztására fordítódó, valamint a magrészek visszapatannását biztosító kinetikai energia nagyságát és megoszlását. A palástfelület ütközési szögének megválasztásával (pl. kúpfelület esetén 0° -nál hengerről beszélhetünk) szabályozzuk a visszapatannás irányát a célból, hogy a szétválasztott magrészek a röpítő tárcsára (kerékre) ne kerüljenek vissza.

4.3. KÍSÉRLETI GÉPEK VIZSGÁLATA

A kísérleti jellegű gépek egyszerűsített funkcionális vizsgálata alkalmával meggyőződünk azok rendeltetésszerű működéséről, az egyes működési és beállítási funkciók megfelelőségéről. Laboratóriumi vizsgálatokkal meghatározzuk a gépek munkaminőségi, teljesítőképességi és energiafelvételi jellemzőit.

A vizsgálati eredményekről funkcionális hibafeltárást és kiértékelést tartalmazó vizsgálati jelentés készül.

4.4. PROTOTÍPUS GÉPEK VIZSGÁLATA

A prototípus jellegű gépek részletes funkcionális vizsgálata alkalmával meggyőződünk azok rendeltetésszerű működéséről, az egyes működési és beállítási funkciók megfelelőségéről. Laboratóriumi és felhasználási körülményekre alapozott vizsgálatokkal meghatározzuk a gépek munkaminőségi, teljesítőképességi és energia felvételi jellemzőit. Az őrlő berendezések műszaki és technológia paramétereinek, valamint az őrlendő anyagok fizikai tulajdonságainak ismeretében mérésekkel meghatározzuk az egyes műveletek legfontosabb jellemzőit.

5. EREDMÉNYEK

A nagyüzemi malomipari technológiák kifejlesztésének célja a hatékonyság, a termelékenység és a végtermék eltarthatóságának növelése volt. Így háttérbe szorultak azok az irányelvek, amelyek az egészség megőrzését, az emberi élet biológiai határának növelését tartották szem előtt a feldolgozás során.

A táplálkozási szokásokban folyamatosan megfigyelhető változások miatt felmerült az igény a hagyományos malomipari technológiák előtérbe helyezésére. A különböző gabonamagvak kisüzemi hántolása és őrlése jelenleg nem megoldott, pedig a hagyományos malomipari technológia indokolja ezt az igényt, tekintettel arra, hogy a hagyományos technológiákkal előállított lisztféleségek rövidebb eltarthatósági idővel rendelkeznek.

A kisüzemi felhasználás igényei megteremtik a lehetőséget a hagyományos formájában gyakorlatilag feledésbe merült gabona hántolási technológiák újraélesztésére is.

A csapadékosabb években tapasztalható magasabb gombafertőzöttség okozta kedvezőtlen élettani hatások elkerülése, csak a feldolgozás előtti gyors és pontos vizsgálatok segítségével biztosítható.

A gabona minőség ellenőrzésének nincs jelenleg olyan gyors, mobil eszköze, amely viszonylag gyorsan, nagy biztonsággal jelzi a fertőzöttséget. A kutatás-fejlesztés munkánk során egy teljesen új, de a malomiparban a gabonák beltartalmi értékének meghatározására már évek óta használt technológia kifejlesztését céloztuk meg. A kifejlesztendő technológia megfelelő eredmények esetén nagyon széles körben alkalmazásra kerülhet a gombafertőzöttség gyorsesztként történő ellenőrzésekor. A minőségellenőrzésre alkalmas NIR technológiára komoly érdeklődés látszik a gabonátárolók és a malomipar részéről.

A kutatás-fejlesztés eredményeként létrejövő komplett malomipari technológia és egy új, hatékony minőség ellenőrző rendszer nemcsak új fizikai termékek és technológia előállítását célozza meg, hanem egy új életfilozófiát is kíván terjeszteni, az egészséges táplálkozás területén.

6. KÖSZÖNETNYILVÁNÍTÁS

A szerzők köszönetüket nyilvánítják az EU és az NFÜ által pályázatos formában (EUREKA_HU_12-1-2012-0001) nyújtott anyagi támogatásért.