

## MŰSZAKI ISMERETEK

Az Agrármérnöki MSc szak tananyagfejlesztése  
TÁMOP-4.1.2-08/1/A-2009-0010



A projekt az Európai Unió támogatásával, az Európai Szociális Alap társfinanszírozásával valósul meg.

# Az előadás áttekintése

Méret meghatározás

Alaki jellemzők

Felületmérés

Tömeg, térfogat, sűrűség meghatározása

Nedvességtartalom mérése

Termikus jellemzők

Elektromos jellemzők

Optikai tulajdonságok

Súrlódási jellemzők

Aerodinamikai jellemzők

Termények víztárolása

Szárítási alapfogalmak

Biológiai anyagok hőtermelése

Termények sérülése

# Termények mérete és alakja

A termények meghatározása egy-, két-, vagy három mérettel történik.

*Egy mérettel*, (átmérő) jellemezhetők a gömb alakú termények (pl. borsó).

*Két mérettel* (átmérő, hosszúság) határozhatók meg a hosszú, hengeres termények (pl. sárgarépa).

*Három mérettel* (hosszúság, szélesség, vastagság) azonosíthatók a szabálytalan alakú testek (pl. búzamazag).

A termények méretére jellemző azok *eloszlása*, és az eloszlás jellege.

A termények jellemzőinek meghatározásánál fontosak az alaki jellemzők:

*Kerekség:*

$$Kerekség = \frac{A_m}{A_k}$$

Ahol:  $A_m$  a legnagyobb vetületi terület,  $A_k$  befoglaló kör területe.

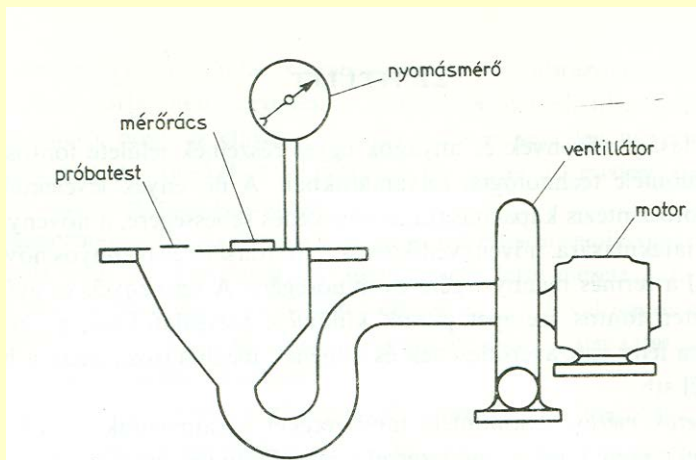
*Gömb alakúság:*

$$Gömbalakúság = \frac{\sqrt[3]{abc}}{c}$$

Ahol:  $a$ ,  $b$ ,  $c$  az ellipszoid tengelyeinek hossza,  $c$  a legnagyobb hossz.

# Felület mérés

Levelek felületének meghatározása *hossz és szélesség alapján*, diagram segítségével lehetséges, amihez fajta specifikus diagramok állnak rendelkezésre. A levelek felülete *planiméterrel* határozható meg pontosan. A mechanikus planiméter mellett *pneumatikus planiméterek* állnak rendelkezésre.



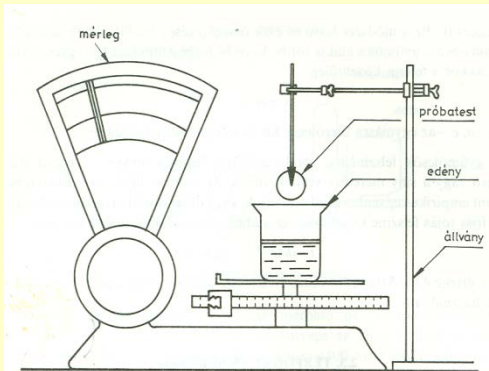
A planiméter mérőterét ventilátor nyomás alá helyezi. A mérőter felületén két rács található, amelyek közül az egyik zárható. A mérés során a szabályozható rácsot lezárjuk, a nyomást mérjük. A mért levelet a nyitott rácsra helyezük (a nyomás megnő). A zárt rács nyitásával csökkentjük a nyomást az eredeti értékre. Az így szabaddá váló nyílások felülete megegyezik a levél felületével.

A szabálytalan testek (pl. gyümölcsök) felülete az  $A=ac\pi$  [m<sup>2</sup>] összefüggéssel is meghatározható, ahol  $a$  és  $c$  az egymásra merőleges tengelyek hossza.

# Térfogattömeg meghatározása



A termények térfogattömege kalibrált mérőhengerrel határozható meg. A mért anyagot 150 mm magasból a mérőedénybe kell csurgatni, a felesleget lesodorni és a mérőhenger tartalmát megmérni. A mérőhenger ismert térfogata és a mért tömeg alapján a tömörítetlen térfogattömeg meghatározható. Meghatározható a tömörített térfogattömeg is, ekkor a mérőhenger feltöltése után meghatározott számú ütégetéssel (5-6) az anyagot tömörítjük, a további lépések változatlanok.



A szabálytalan alakú testek (pl. gyümölcsök) térfogata vízkiszorítás elvén határozható meg. A testet kalibrált és vízzel töltött edénybe merítjük és a kiszorított víz tömegét mérjük. Sűrűségének ismeretében a térfogata meghatározható, ami egyezik a test térfogatával. Ezzel a módszerrel a test sűrűsége is meghatározható.

# Sűrűség meghatározása



Szemcsés anyagok, pl. magvak sűrűsége folyadékos piknométerrel határozható meg. A mérés lépései:

1. Az üres piknométer tömegének mérése (g)
2. A piknométer feltöltése a jelzésig desztillált vízzel (víz sűrűsége 20 °C -nál 1 kg/m<sup>3</sup>), majd tömegének mérése (piknométer + víz) (g)
3. A z üres piknométer feltöltése mérő folyadékkal (tiszta petróleum), majd tömeg mérés (piknométer + petróleum) (g)
4. A desztillált vízzel összehasonlítva meghatározható a mérő folyadék sűrűsége (kg/m<sup>3</sup>)
5. Az üres piknométerbe ismert tömegű magot teszünk, majd a jelzésig feltöltjük mérőfolyadékkal és megmérjük a tömegét (piknométer + mag + mérőfolyadék) (g)

A két mérés különbségéből meghatározható a hiányzó petróleum tömege. Ismerve a petróleum sűrűségét, meghatározható a térfogata, ami a magvak térfogatával azonos. A magvak térfogatának és tömegének ismeretében sűrűségük számítható.

# Nedvességtartalom meghatározása

A nedvesség tartalom pontos meghatározása szárítószekrényel történik:

1. Megmérjük a szárítóedény (petri csésze) tömegét 0,001 g pontossággal
2. 20-25 g mintát mérünk ki a szárítandó anyagból (minimum 3 minta)
3. A mintákat 72 óráig,  $103 \pm 1$  °C-on fedél nélkül szárítjuk
4. A szárítási idő letelte után a mintákat a szárítószekrényben lefedjük
5. A mintákat exikátorban 4-5 óráig hagyjuk hűlni
6. A kihűlt mintákat mérőedénnyel együtt megmérjük
7. A minta és a csésze tömegének különbségéből, valamint a minta szárítás előtti tömegéből a nedvességtartalom az alábbi összefüggésből számítható:

$$t = \frac{G_{nedves} - G_{száraz}}{G_{nedves}} 100[\%]$$

A nedvesség gyors meghatározására vannak kapacitív elven mérő eszközök, ezek pontossága azonban nem éri el a szárítószekrényben végzett szárításét.

# Termikus jellemzők

A termények hőkezeléséhez ismerni kell termikus jellemzőiket (fajhő, hővezetési tényező, diffúzió tényező, elnyelési tényező).

A *fajhő* ( $c$ ) :

$$c = c_k(1 - u_1) + c_v u_1 \left[ J / kg^\circ C \right]$$

Ahol  $c_k$  a száraz anyag fajhője,  $c_v$  a víz fajhője,  $u_1$  nedvességtartalom (nedves bázison).

1 [J/kg°C] 1 kg anyag hőmérsékletét 1 °C-al emeli.

A *hővezetési tényező* ( $\lambda$ ) [w/m°C], nedvesség és hőmérséklet függő. Értékének meghatározására diagramok szolgálnak.

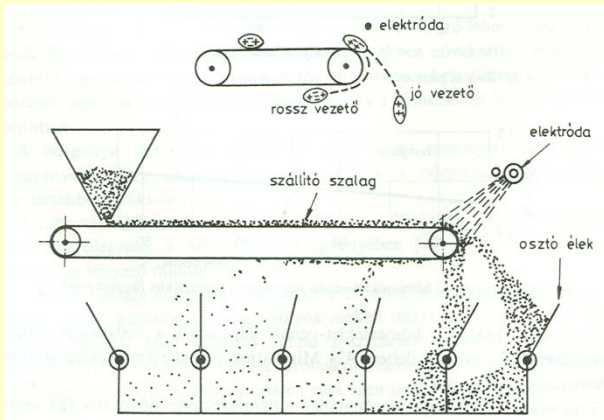
*Hőmérsékletvezető képesség* ( $\alpha$ ) [m<sup>2</sup>/s]:

$$\alpha = \frac{\lambda}{c\rho} \left[ \frac{m^2}{s} \right]$$

*Termikus diffúzió*nak is nevezik, amely a nedvességtartalommal kis mértékben csökken, míg a hőmérséklettel nő.



# Elektromos jellemzők



A mezőgazdasági anyagok elektromos jellemzői közül a dielektromos tulajdonságok, a kapacitás és az elektromos vezetőképesség a fontos. A gyors nedvességmérők például a *kapacitást*, vagy az *elektromos vezetőképességet* használják. Az *elektrosztatikus töltés megtartását* zöldség magvak osztályozásánál használják fel.

A pozitív töltésű szalagon haladó magvakat negatív töltéssel látják el. A töltés elvesztés ritmusában leváló magvak elkülöníthetők.

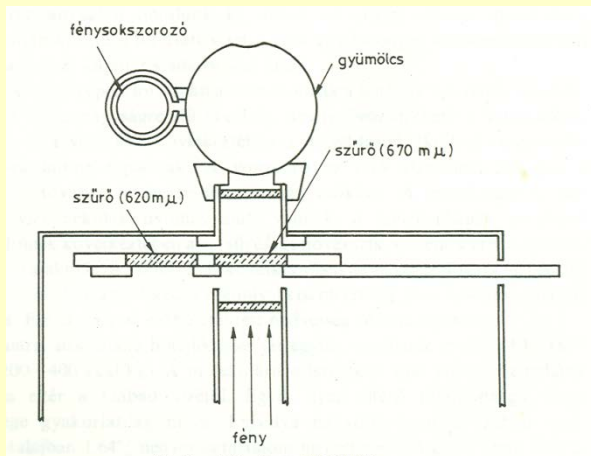
A nagyfrekvenciás szárításnál a *dielektromos állandó* és a *veszteségtényező* játszik szerepet, ami a nedvességtartalomtól, a hőmérséklettől és a frekvenciától is függ. Az anyagban felszabaduló hőenergia arányos a dielektromos állandóval és a dielektromos veszteség szögének tangensével.

A termények, a rögök és a kövek eltérő dielektromos állandóját a gépi válogatásnál hasznosítják.

# Optikai tulajdonságok

Az optikai tulajdonságok a gyümölcsök osztályozásának egyik alapja lehet, mivel a szín általában jellemző az érettségre. Fontos a fény áteresztő és a fény visszaverő képesség, melyek a szín változásával módosulnak. A termények színüktől függően, a különböző hullámhosszúságú fénysugarakat eltérő módon nyelik el és verik vissza.

A *fényvisszaverés* a gyümölcsök színváltozásának mérésére ad lehetőséget (külső tulajdonságok értékelhetők).



A *fényáteresztő képességgel* belső tulajdonságok is elemezhetők.

A készülékbe helyezett gyümölcsöt alulról világítják át interferencia szűrőkön keresztül, és az áthaladó monokromatikus fényt  $90^\circ$ -ban állított fénysokszorozóval mérik.

Két hullámhossz mérésére alkalmas szűrőt használnak.

# Súrlódási jellemzők

## Alapfogalmak

Egy sík felületen lévő test megmozdításához a *statikai*-, mozgásban tartásához *kinetikai súrlódási erő* legyőzése szükséges. A mozgáshoz szükséges erő ( $P$ ) és az érintkezési felületen ható normális erő ( $G$ ) között a *Coulomb-törvény* ad összefüggést:  $P = \mu G [N]$ , ahol  $\mu$  a súrlódási tényező.

A  $P$  erő  $\alpha$  állítható szögű lejtőn is modellezhető:

$$\mu = \frac{G \sin \alpha}{G \cos \alpha} = \operatorname{tg} \alpha$$

Az összefüggések biológiai anyagokra nem mindig igazak, mivel a terhelés hatására ezek deformálódhatnak, felületük jellemzői megváltozhatnak, nedves anyagoknál az adhézióval is számolni kell.

A súrlódás hatására a súrlódó felületek hőmérséklete és csúszási jellemzői is változhatnak.

Ezért a biológiai anyagok súrlódási tényezőit a súrlódási út hossza is befolyásolhatja.

# Súrlódási jellemzők

## Belső súrlódás

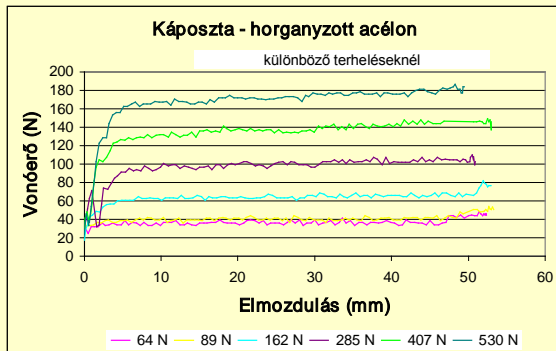


A belső súrlódás mérésére körforgó nyíró készüléket alkalmazunk. A vizsgált anyag a két gyűrűből álló vizsgáló térben helyezkedik el. Az alsó gyűrű (1) elfordítható, a felső (2) álló és terhelhető. A gyűrűkért  $120^\circ$ -ra elhelyezett lemezek osztják rekeszekre, így az anyag az alsó gyűrűvel kényszerül elmozdulni. Az anyag fedőlemezek (3), támasztóláb (4), és digitális erőmérőcella (5) közvetítésével terhelhető, 25 szörös áttételű karrendszeren keresztül, serpenyőbe (6) helyezett súlyokkal. Az alsó gyűrű elfordítása elektromos motor segítségével történik zárt drótkötél hurkon (7) keresztül, amelybe beépült a húzóerőt mérő digitális cella (8). Az elmozdulást forgó jeladó (9) méri.

Speciális szoftver gyűjti a mérőcellák és az út jeladó jeleit, és diagramon jeleníti meg a vonóerő és a belső súrlódás értékeit az út és a terhelés függvényében.

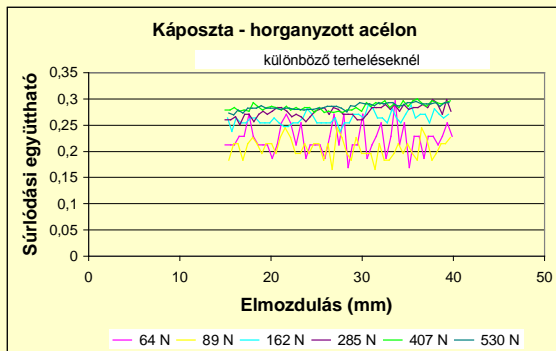
# Súrlódási jellemzők

## Belső súrlódás



A különböző terhelésnél mért vonóerő kezdetben fokozatosan nő, majd az elmozdulás során változatlan marad.

A kezdeti növekedés jellege az előtömörítés mértékének a függvénye, ezért azonos mértékű előtömörítést célszerű mindig végezni.

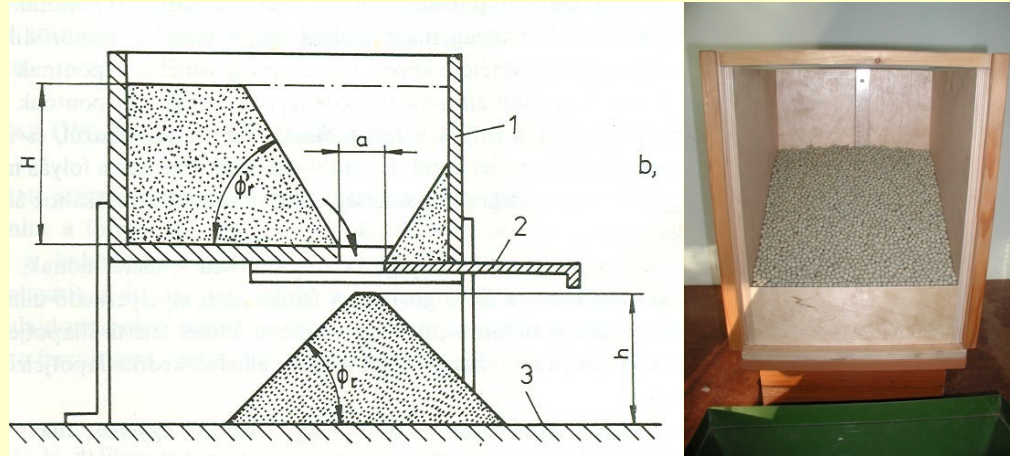


A súrlódási együttható a kezdeti szakaszt figyelmen kívül hagyva állandónak tekinthető, tehát a vizsgált anyag esetén nem függött az elmozdulástól.

Függ azonban a terhelés mértékétől. A terhelés növelésével a súrlódási együttható is növekszik.

# Súrlódási jellemzők

## Természetes rézsűszög



A természetes rézsűszög különböző eszközökkel mérhető.

A baloldali eszköznél (1) zárt toló lemeznél (2) töltik fel az anyagot, majd rázkódás mentesen nyitják a kifolyó nyílást. A rézsűszög ( $\phi_r$ ) két helyen is mérhető.

A jobboldali mérődoboznál eltávolítható homlokfal zárja a dobozt. Feltöltés után a homlokfalat rázkódás mentesen eltávolítják. A dobozban a kifolyó nyílás felett mérhető mag szint ( $a$ ) és a kifolyó nyílásra merőleges méret ( $b$ ) segítségével a rézsűszög a  $\operatorname{tg}\alpha = a/b$  összefüggéssel meghatározható.



# Súrlódási jellemzők

## Súrlódás különböző felületen

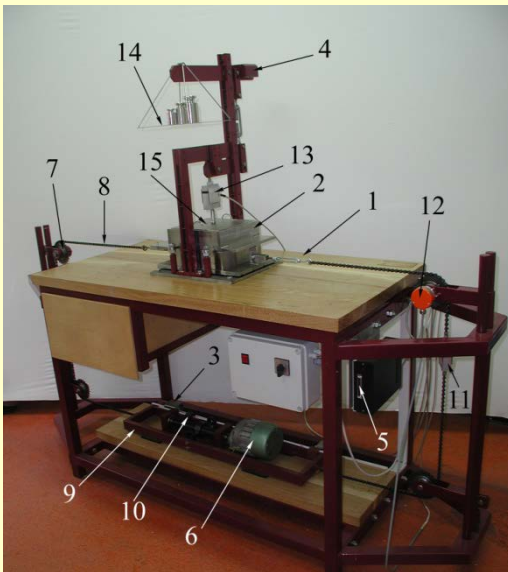
A felületen történő súrlódás nyíródobozzal (2) mérhető. A vizsgált felület a nyíródoboz alsó mozgatható, és a felső álló és terhelhető fele közé helyezhető megfelelő alátámasztás mellett.

A felső doboz félbe kerül a vizsgált anyag.

A terhelés digitális erőmérő cella (13) és 25 szörös karáttételen (4) keresztül történik serpenyőbe (14) helyezett súlyokkal.

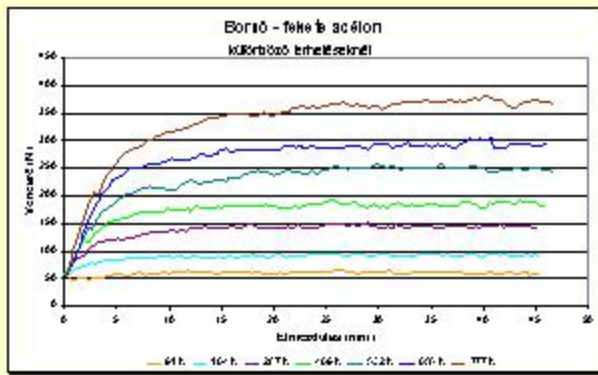
A nyíródoboz működtetése és a jelek gyűjtése, majd kiértékelése a belső súrlódás mérésénél ismertetett módon történik.

A mérés során meghatározható az elmozdításhoz szükséges erő, valamint számítható a súrlódási együttható.

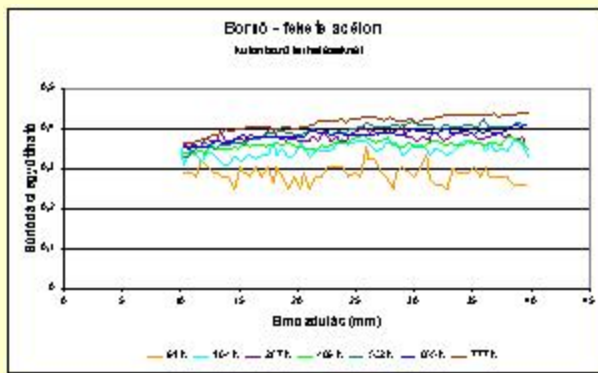


# Súrlódási jellemzők

## Súrlódás különböző felületen



A felső képen borsó csúsztatása történt fekete acéllemezen, különböző terhelés mellett. Kezdeti növekedés után a vonóerő kisebb terheléseknél állandósult, nagyobb terheléseknél kissé emelkedett. Ez a borsó deformációjával, mozgásával, tömörödésével magyarázható.



A súrlódási tényező az elmozdulás során kissé növekedett, és a terhelés hatására nőtt. A legkisebb terhelést leszámítva a súrlódási tényező szűk tartományban változott.



# Aerodinamikai jellemzők

## Alapfogalmak

$$m \frac{d^2 y}{dt^2} = mg \frac{(\rho_s - \rho)}{\rho_s} - k \left( \frac{dy}{dt} \right)^2$$

$$k = \frac{mg}{v_t^2} \quad c_w = \frac{2k}{A\rho} \quad k = \frac{c_w A \rho}{2}$$

$$\frac{mg}{v_t^2} = \frac{c_w A \rho}{2} \quad c_w = \frac{2mg}{A\rho v_t^2}$$

# Aerodinamikai jellemzők

## A lebegtetési sebesség mérése



A szemcsék lebegtetési sebessége ( $v_t$ ) többek között függőleges légcsatornával határozható meg.

A légcsatorna perforált mérőszakaszában (1) ventilátor (2) légárama fokozatmentes szabályzóval (3) kívánt értékre állítható be.

A perforált mérőszakaszban a légsebesség felfelé 20%-al csökken, így a vizsgált szemcse lebegtetése megvalósítható.

A szemcse mozgása videokamerával rögzíthető, és az átlagsebesség képelemzéssel meghatározható.

A mérőszakasz egy meghatározott helyén hőgömbös

sebesség mérővel (4) mérhető a légsebesség.

A sebesség meghatározása után a légsebesség növelésével a szemcse leválasztó ciklonban (5) gyűjthető.

A meghatározott átlagsebességgel a fent megadott összefüggésekkel számíthatók a legfontosabb aerodinamikai jellemzők, például a légellenállási tényező ( $c_w$ ).

# A mezőgazdasági termények víztárolása

A termények bizonyos nedvességtartalom felett nem tárolhatók biztonságosan. A nem kívánt nedvességtartalom szárítás útján vonható el. A nedvességtartalom %-ban adható meg.

Nedves bázison:  $U = \frac{G_w}{G_{sz} + G_w}$  Száraz bázison:  $X = \frac{G_w}{G_{sz}}$

Ahol:  $G_w$  az anyagban lévő nedvesség (kg),  $G_{sz}$  a szárazanyag (kg).

A víz megkötés módja molekuláris adszorpció, a sejtfaalak közelében, kapilláris adszorpció a sejtek közötti kapillárisokban.

Nem kötött víz a szabad víz, mely a párolgási hő (2385 kJ/kg) közlésével elvonható. A kötött víz elvonásához több hő közlése szükséges.

A nedvszívó anyagok különböző relatív páratartalmú közegben nedvességet vesznek fel, vagy adnak le. Amikor az anyag már nem vesz fel és nem ad le nedvességet, ez az *egyensúlyi nedvességtartalom*.

A higroszkópos anyagok (műtrágyák, liszt, stb.) gyors nedvességfelvétel hatására fizikai jellemzőiket megváltoztatják. Ezeket a levegőtől elzártan kell tárolni.

# A mezőgazdasági termények víztárolása

A biológiai anyagokban a *nedvességáramlás* folyékony, vagy gőz formában történik. *Állandó hőmérsékleten* a nedvességáramlás a parciális gőznyomás, az ozmózisnyomás, a nedvesség gradiens és belső nyomás hatására alakul ki.

Hő közlés (szárítás) esetén a hőmérséklet gradiens is hat.

Az anyag belsejéből a felületre jutó nedvességet *konvektív úton* vonják el. Ha nincs légmozgás, akkor a *diffúzió útján* jut a nedvesség a környezetbe.

Az *anyagátadási jellemző* ( $c_m$ ) hőmérsékletfüggő, a hőmérséklettel nő. A *diffúziós tényező* ( $D$ ) a nedvességvándorlás sebességét szabja meg.

A *nedvesség gradiens* értékét a nedvességelvonás sebessége, a  $D$  értéke és a hőmérséklet gradiens határozza meg.

Eltérő nedvességtartalmú anyagok érintkezése során *nedvesség kiegyenlítőds* következik be. A nagyobb nedvességtartalmú lead, a kisebb felvesz nedvességet. A nedvességcsere folyékony fázisban vezetés útján, gőz fázisban adszorpció és deszorpció útján jön létre.

Különböző hőmérsékletű anyagok érintkezése során *hőmérséklet kiegyenlítőds* következik be.

# Szárítási alapfogalmak

A szárítás természetes és mesterséges úton lehetséges. A *természetes szárítás* történhet nap energiával. A mesterséges szárítás változatai: konvektív, kontakt, sugárzásos, nagyfrekvenciás, akusztikus.

A *konvektív szárítás* áramló közeggel (pl. levegő) történik. Lehet hideg levegős, temperált levegős (15-30 °C), meleg levegős (40-250 °C), forró levegős (1000-1200 °C), fagyasztva szárítás (<0 °C).

A *szárítandó anyag és a szárítóközeg mozgásmódja* szerint lehet: egyenáramú, ellenáramú, keresztáramú, vegyes áramú.

A *szárítandó anyag mozgása* szerint lehet folyamatos, vagy szakaszos.

A *szárítandó anyag és a levegő kapcsolata* szerint lehet: tömörretegű, fluidizált, gejzír eljárás, vibro-fluid, porlasztva szárítás.

A *kontakt szárításnál* a szárítandó anyag érintkezik a fűtött felülettel és az anyagban vezetéssel a hő közlés. A páraelvitel azonban általában konvektív módon történik. Tisztán kontakt szárítás ritkán fordul elő, ezért inkább kombinált kontakt szárításról van szó.

# Szárítási alapfogalmak

A *sugárzásos, vagy infra szárításnál* a szárítás infravörös sugarakkal történik. Itt a konvekciós szárításhoz képest 8-10 szeres az energiaátadás.

A *nagyfrekvenciás szárításnál* néhány száz kHz-től, néhány GHz-ig terjedő frekvenciát alkalmaznak. Az elektronpolarizáció okozta elmozdulás súrlódással és hő fejlődéssel jár.

Az *akusztikus szárítás* az anyagok hangelnyelési tényezőjére épít. A hangelnyelés hőmérséklet emelkedést okoz.

A jobb hatásfok érdekében gyakran kombinálják a különböző szárítási módokat.

A *direkt szárításnál* a szárítandó anyag érintkezik az energiahordozó közeggel, például a füstgázzal.

Ezért ez a szárítási mód korlátozottan alkalmazható.

Az *indirekt szárításnál* nincs közvetlen kapcsolat a szárítandó anyag és az energiahordozó közeg között.

Ez a módszer a hőcserés konvektív szárítás.

Jóllehet ez a szárítási mód drágább a direkt szárításnál, egészségvédelmi és élelmiszerhigiéniai okok miatt alkalmazzák.

# A biológiai anyagok hőtermelése a tárolás alatt

A biológiai anyagok a betakarítás után, a tárolás alatt tovább élnek, lélegeznek.

A biológiai folyamatok intenzitása nedvességtartalom és hőmérsékletfüggő.

A belső biológiai folyamatokkal a jelenlévő mikroorganizmusok életműködése párosul, ami oxidációt okoz. Minél intenzívebb az oxidáció, annál több széndioxid és vízgőz keletkezik, és annál több hő szabadul fel. Ez a folyamat öngerjesztő és gyorsuló jellegű.

A termények sérülése (szemsérülés) növeli az oxidációt, például 30%-os szemsérülés megduplázza a folyamatot.

A jó minőségű tárolás feltétele a tárolandó anyag optimális nedvességtartalma és hőmérséklete.

Esetenként a nedvességvesztést kell megakadályozni (pl. zöldség, gyümölcs esetén). A nedvesség pótlása azonban még 100% relatív páratartalom mellett sem mindig lehetséges, mert a nedvességvesztéssel az anyagban biológiai változások is végbemehetnek.

A nedvességvesztés intenzitását a nedvességcsere tényezője ( $\gamma$ ) határozza meg, amely a nedvességcsere szempontjából figyelembe vehető felülethányadot jelenti.

# Mezőgazdasági termények sérülése

A betakarítás és az azt követő manipulálás során a termények sérülhetnek, ezáltal minőségük romlik, kedvezőtlen esetben használati értéküket elveszíthetik. A tárolás során a sérült, romlott anyag a mellette lévő termény minőségét is veszélyeztetheti, ezért a termények mechanikai sérülését meg kell akadályozni. Lehetőségek: a betakarító és manipuláló gépek terménnyel érintkező részeinek optimális kialakítása, a sérülésnek jobban ellenálló fajták nemesítése, a műveleteket a teljes érés előtt, keményebb állapotban kell végezni.

*A sérülés okai és formái:* a magvak sérülése helytelen betakarítógép beállítás (cséplőszerkezet), helytelen anyagmozgató berendezés alkalmazása (csiga). A sérülés formája lehet törés, repedés, deformáció.

*A zöldségfélék* sérülését a kiemelő, szállító és tisztító szerkezetek okozhatják, de a betakarítás idejének megválasztása is fontos (hideg zöldség sérülékenyebb). A sérülés formája lehet vágás, zúzódás, ütődés.

*A gyümölcsök* sérülését a betakarítás módja a szállítás és manipulálás okozhatja. Helytelenül beállított rázógépek például nem kívánt sérülést okozhat.



# Mezőgazdasági termények sérülése

A mechanikai sérülések legjellegzetesebb formái:

*Horzsolás*, (az összes termés %-ában adják meg).

*Zúzódás*, külső behatás eredménye és szöveti sérülést okoz, amely szín és íz változást okozhat. Mértékét a teljes tömeg %-ában adják meg.

*Repedés*, ütés, vagy nyomás hatására keletkezik, a termés nem esik szét.

*Vágás*, éles szerszám okozza, mértékét a vágás hosszával és mélységével jellemzik.

*Szúrás*, hegyes szerszám okozza, mértékét a sérülés átmérője és mélysége határozza meg.

*Hasadás*, a repedés durvább formája, a termés több darabra esik szét.

*Szárvég okozta szakadás*, szárnak a gyümölcsből való kiszakadása.

*Duzzadásos repedés*, belső ozmózisnyomás okozta repedés.

*Alakváltozás*, terhelés hatására bekövetkező alakváltozás.

A belső sérüléseket általában optikai vizsgálattal állapítják meg, fényelnyelés, vagy fény visszaverés mérésével.

A magvak sérülésének mértékét általában csirázási vizsgálattal állapítják meg.

# Mezőgazdasági termények sérülése

A sérülések leggyakrabban *ütközés* következtében jönnek létre, mértéke:

*Rugalmas deformáció*, a terhelés elmúlásával megszűnik.

*Plasztikus deformáció kezdete*, a nyomás mértéke meghaladja a dinamikus folyási feszültséget, a terhelés megszűnése után a deformáció részben visszamarad.

*Teljes plasztikus deformáció*, amikor a deformáció folytatódik, a közepes nyomás a dinamikus folyási feszültség alá esik.

*Tehermentesítés*, az anyagban tárolt rugalmas feszültségek és rugalmas deformációk megszűnnek, de a plasztikus deformációk visszamaradnak.

Az *ismételt terhelés* fokozott sérülésveszélyt jelent.

A sérülés veszélyt jelentősen befolyásolja a *hőmérséklet*. A hőmérséklet csökkenésével a termény rugalmassága csökken, sérülésveszélye nő.

A szemes termények *túlszárítása*, majd *gyors lehűtése* növeli a sérülési veszélyt.

A *gyümölcsök érési állapota* jelentősen befolyásolhatja a sérülést.

A ládák töltésénél az *esési magasság* és a helytelenül megválasztott rétegvastagságból adódó *nyomás* jelenthet sérülési veszélyt.

# Előadás összefoglalása

Az előadás foglalkozik a mezőgazdasági szemcsés anyagok méret meghatározásával, alaki jellemzőivel.

Tárgyalja a tömeg, térfogattömeg, sűrűség meghatározásának módjait.

Ismerteti a nedvességtartalom pontos meghatározásának módját.

Érinti a termikus-, elektromos-, optikai jellemzőket és azok felhasználási lehetőségeit.

Részletesen bemutatja a súrlódási jellemzők (belső súrlódás, természetes rézsűszög, felületen súrlódás) meghatározásának módját.

Részletesen foglalkozik a szemcsés anyagok aerodinamikai jellemzőivel, azok meghatározásának módjával.

Röviden érinti a szárítási alapfogalmakat.

Tárgyalja a biológiai anyagok hőtermelését, hőcseréjét.

Bemutatja a termények sérülésének formáit, azok jellemzését, a sérülések okait.

# Az előadás ellenőrző kérdései

1. Miért fontos a mezőgazdaságban alkalmazott anyagok fizikai jellemzőinek ismerete?
2. Mi a különbség a térfogattömeg és a sűrűség között, és hogyan lehet azokat meghatározni?
3. Ismertesse a nedvességtartalom pontos meghatározásának módját.
4. Ismertesse a belső súrlódás és a felületen történő súrlódás jellemzőinek mérési módját.
5. Ismertesse a szemcsék aerodinamikai jellemzői meghatározásának módját.
6. Ismertesse a termények sérülésének formáit, azok jellemzését, okait.

Határozza meg adott termény természetes rézsűszögét.

# **KÖSZÖNÖM FIGYELMÜKET**

**A következő előadás címe:  
Mezőgazdasági erőgépek**

**Az előadás anyagát készítette: Csizmazia Zoltán**