

TERMÉNYDARÁLÁS ÜZEMTANI ÉS GRANULOMETRIAI VIZSGÁLATA

VÉHA ANTAL

Technológia Tanszék

ÖSSZEFOGLALÓ

Kalapácsos daráló üzemtani vizsgálatakor nagy számú mérés után összefüggéseket állapít meg a szerző a darálórosta méretének, valamint az alkalmazott kalapácsprofilnak az őrlemény átlag szemcseméretére (\bar{x}) és az eloszlás egyenletességi tényezőjére (n) gyakorolt hatására őszi árpa darálásakor.

Az árpadarák granulometriai jellemzésére a ROSIN-RAMMLER-BENETT-féle eloszlást alkalmazta.

156 mérési pont eredményeit összevetve a darálás granulometriai jellemzőit olyan módon határozta meg, hogy azok a darálórosta méretétől és az alkalmazott darálókalapácsprofiltól függetlenül utalnak az aprítóelemek (kalapácsok) kopottságára.

Szignifikáns különbség tapasztalható új és kopott darálókalapácsok alkalmazásakor a darák átlag szemcsemérete (\bar{x}) és az RR-eloszlás egyenletességi tényezője (n) között.

Üzemi tapasztalatok alapján az aprítóelemek tömegének 3-5 %-os csökkenése a korábban meghatározott, kopott állapotra jellemző energiatöbbletet és daraszemcsézeti durvulást okoz.

1. BEVEZETÉS

Az ipari keveréktakarmánygyártás receptúráiban nagy hányadban (50-60 %) jelenlévő szemesterményeket döntő mértékben kalapácsos darálón aprítjuk. A terménydarálás összetett, bonyolult műveletek folyamata, amely végén az állati takarmányozás zootechnikai (főleg szemcsézeti) követelményein túl bizonyos energiagazdálkodási szempontokat is érvényre kell juttatni. Statisztikai adatok szerint a terményaprítás

folyamata az összes mezőgazdasági energiaigény csaknem 11-13 %-át használja fel. (BÖLÖNI, 1972)

A takarmánygyártás során igen elterjedten a kalapácsos darálógépek használatosak, amelyek viszonylag egyszerű konstrukciójuk ellenére rendkívül alacsony technikai hatások (1-2 %) mellett üzemelnek. (TÓTH, 1970; BÖLÖNI, 1994)

A terménydarálás és ezen belül a darálógépben lejátszódó aprózódás bonyolult, sokváltozós valószínűségi folyamat, amelyet elméleti megfontolásokon kívül elsősorban nagyszámú kísérleti mérésekkel lehet igazolni.

Méréseink során az alábbiakat tűztük célul:

- kimérni és meghatározni az eltérő rostanéretekhez ($\varnothing 2$ mm, $\varnothing 4$ mm, $\varnothing 6$ mm) tartozó tiszta (nettó) aprítási hajtóteljesítményigény P_a (kW) és a darák un. felületáramának df/dt (cm^2/h) összefüggését a gyakorlatban használt kalapácsprofilok esetén (lépcső nélküli: LN, egylépcsős: 1L, kétlépcsős: 2L),
- fenti mérési sorozat elvégzése új állapotú és kopott darálókalamácsok esetén, figyelembe véve az aprításra jellemző szemcsézeti (granulometriai) és energetikai jellemzőket,
- meghatározni a gyakorlat számára azt az aprítóelem kopottsági mértéket, ahol az elkészített darák granulometriai jellemzői szignifikáns eltérést mutatnak.

2. A VIZSGÁLAT ANYAGA, BERENDEZÉSEI, MÓDSZEREI

Kísérleteinkhez a Csongrád megyei termőközöretre jellemző őszi árpa (KOMPOLTI IV. RACHEL, IGRI, KOMPOLTI KORAI) kevert itételét használtuk az alábbi jellemzőkkel:

- | | |
|------------------------------|---|
| • hektoliter tömeg | 64,4 kg/hl |
| • ezerszem tömeg | 32 g |
| • átlagos tisztaság | 92,5 % |
| • nedvességtartalom | 12,6-13,1 % |
| • átlagos szemcséméret | $\bar{x}_0 = 3,4$ mm (próbafrakcionálással) |
| • átlagos sűrűség | $r = 1,3$ g/cm ³ (piknométerrel) |
| • szemes árpa fajl. felülete | $f_0 = 6 / x_0 = 13,6$ cm ² /g. |

Az általunk kialakított mérőhelyen **LÁSZLÓ-féle** 16 kalapácsos darálót alkalmaztunk:

- üresjárás kerületi sebesség 83,4 m/s
- kalapácsok külső köre $\varnothing 330$ mm
- rosta szélesség 140 mm,
- körülfogási szög 225 ϕ
- rosták "eleven" felülete:
 - $\varnothing 2$ mm: 21,9 %
 - $\varnothing 4$ mm: 22,7 %
 - $\varnothing 6$ mm: 21,6 %
- légrés a rosta és a kalapácsok között 10 mm
- terménybevezetés iránya: tengenciális
- darateljesítmény szabályozásának módja: vibrációs adagolóval.

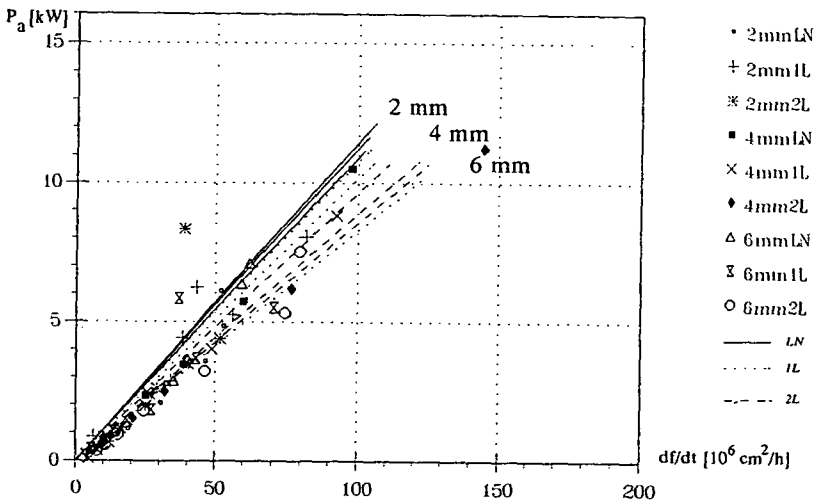
Az egyes vizsgálati szakaszhoz tartozó, eltérő aprítási paraméterek mellett készült darálókat szitaanalízis módszerével frakcionáltuk. A granulometriai (szemcseeloszlási) jellemzést a **ROSIN-RAMLER-BENETT-féle** eloszlás paramétereivel adtuk meg, nevezetesen a dara átlagszemcseméretének (\bar{x} /mm) és az eloszlás egyenletességi tényezőjének (n) meghatározásával.

Alkalmazott matematikai-statisztikai módszerek közül az alábbiakat említjük meg:

- χ^2 próbát alkalmaztunk annak eldöntésére, hogy az "n" értékek eloszlása szignifikánsan különbözik-e a normális eloszlástól,
- összefüggést kerestünk regresszióanalízissel a darálás üzemtani és granulometriai jellemzői között, valamint a korrelációs együtthatók statisztikai próbáját is elvégeztük,
- varianciaanalízissel megvizsgáltuk, hogy a rostaméret (\varnothing , 4, 6 mm) változások szignifikánsan befolyásolják-e az "n" illetve " \bar{x} " értékeket, illetve a darálók kalapácsok kopottsági állapota, a tényezőkön belüli szintek összehasonlítására t-próbát végeztünk.

3. A TERMÉNYDARÁLÁS ÜZEMTANI JELLEMZÉSE

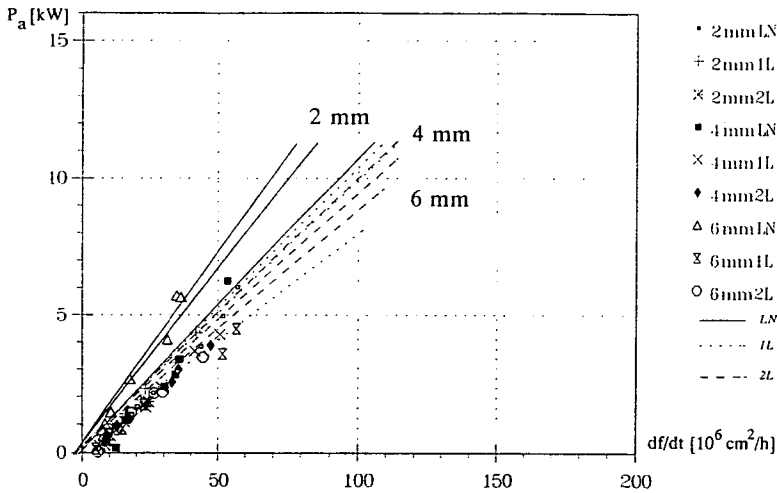
A kísérleti eredmények feldolgozása után üzemtani összefüggést tapasztaltunk, ($P_a - df/dt$), amelyet elsősorban az alkalmazott rostaméret befolyásol. Az ún. sugárdiagramok jól szemléltetik a csökkenő rostaméretre tartozó csekélyebb darafelületáramot és a növekvő hajtóteljesítmény-igényt. Az egyenesek hajlásszögei (iránytangensei) arányosak a fajlagos aprítási energiahányad értékekkel, amelyekre az egyes rostaméreten belül a kalapácsprofilokra jellemző szignifikáns eltérést kimutatni nem lehet (1. ábra).



1. ábra

Az aprítási teljesítményigény (P_a) alakulása a felületáram (df/dt) függvényében új kalapácsok használatakor

Hasonló képet mutat a vizsgálat kopott kalapács esetében is azzal a különbséggel, hogy a darák felületárama ugyanolyan energiabevezetés (P_a) esetén csekélyebb, azaz a kopott kalapács által készített darák granulometriai jellemzői várhatóan romlanak (2. ábra).



2. ábra

Az aprítási teljesítményigény (P_a) alakulása a felületáram (df/dt) függvényében kopott kalapácsok használatakor

A darálás üzemtani vizsgálatok megállapítható, hogy a darálókcalapácsprofilok (LN, 1L, 2L) az egyes rostaméretetekhez ($\varnothing 2, 4, 6 \text{ mm}$) tartozó változások esetén szignifikáns különbséget sem a hajtóteljesítmény, sem a darafelületáram értékeiben nem okoznak.

Az összefüggés alapján meghatároztuk az egyes rostákhoz tartozó fajlagos aprítási energiafelhasználás értékét is őszi árpa termény darálása esetén.

Rosta	Új kalapács	Kopott kalapács
$\varnothing 2 \text{ mm}$	$e_a = 12-16 \text{ kWh/t}$	$e_a = 15-24 \text{ kWh/t}$
$\varnothing 4 \text{ mm}$	$e_a = 8-14 \text{ kWh/t}$	$e_a = 12-20 \text{ kWh/t}$
$\varnothing 6 \text{ mm}$	$e_a = 5-10 \text{ kWh/t}$	$e_a = 7-13 \text{ kWh/t}$

4. A TERMÉNYDARÁLÁS GRANULOMETRIAI JELLEMZÉSE ÚJ ÉS KOPOTT APRÍTÓELEMÉK ALKALMAZÁSA ESETÉN

Mivel a korábbiakban már meghatároztuk a darálásra jellemző üzemtani paramétereket, így figyelmünket elsősorban az aprítóeszközök állapotváltozásának hatására irányítottuk.

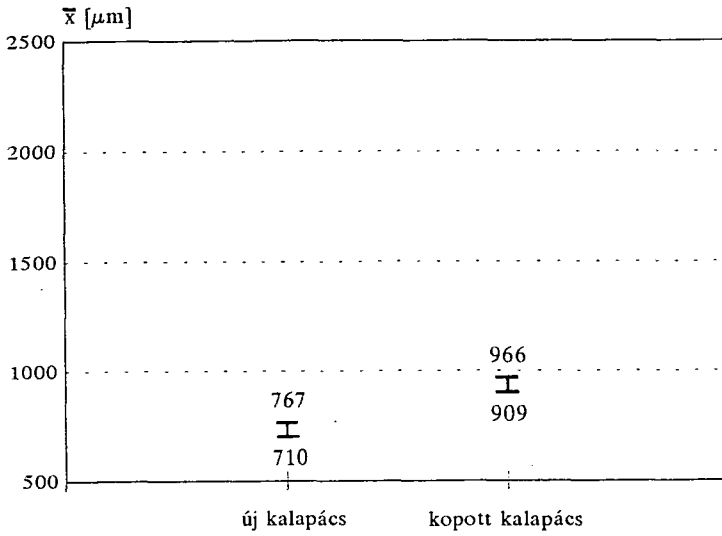
A mérések során képződött, rögzített aprítási mód mellett nyert darákat szemcseeloszlási (RRB) vizsgálatnak vetettük alá.

Így rostaméretenként, kalapácsprofilonként az eloszlásra jellemző átlag szemcseméret (\bar{x}/mm) és egyenletességi tényező (n) értékeket vizsgáltuk meg. Kalapácsprofilok eltérő okán szignifikáns eltérést nem tapasztalunk, míg az eltérő rosták kézenfekvő szignifikanciáját értékeltük, közlését nem tartjuk szükségesnek.

Sokkal fontosabbnak tűnik a kalapácsprofiloktól független új - kopott állapot értékelése. Mintegy 156 mérési pont eredményeit figyelembevéve megállapítható, hogy rostamérettől függetlenül szignifikáns eltérést mutat az új, illetve kopott kalapácsgarnitúrától származó darák átlag szemcsemérete (3. ábra) és a méreteloszlás kiegyenlítetttségére jellemző egyenletességi tényezője (4. ábra).

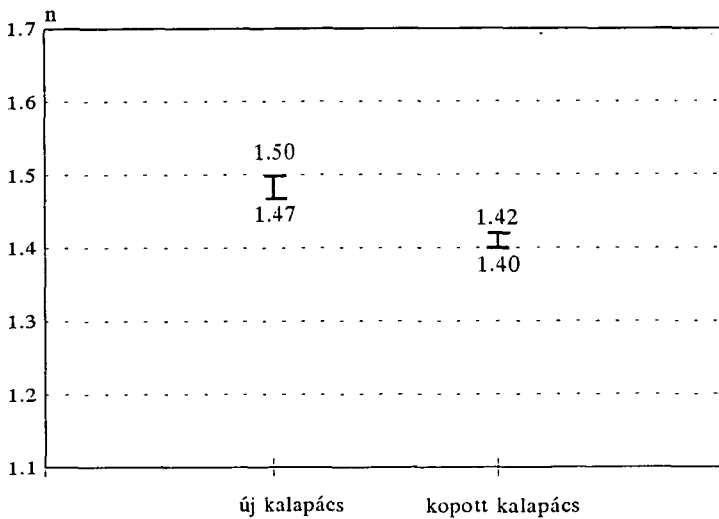
A konfidenciaintervallumok közel 200 mm átlagos méretdurvulást jelölnek kopott kalapácsok alkalmazása esetén, amely a takarmányok hasznosulására és a gyártás gazdaságosságára egyaránt negatívan hat. Hasonló módon új kalapácsok munkája keskeny sávú, kiegyenlített eloszlású darát eredményez, míg a kopottak sok durva, sok lisztes frakció egyidejű jelenlétét okozzák a darahalmazon belül.

A granulometriai vizsgálatok szerint az aprítókalapácsok kopottsága 0,1 %-os szinten szignifikáns hatást gyakorol mind a darahalmaz jellemző szemcseméretére (\bar{x}), mind az eloszlás egyenletességi tényezőjére.



3. ábra

Árpadarák \bar{x} átlagának konfidenciaintervalluma új és kopott kalapácsok esetén



4. ábra

Árpadarák RR-eloszlás szerinti egyenletességi tényezői átlagának konfidenciaintervalluma új és kopott kalapácsok esetén.

5. TERMÉNYDARÁLÓK APRÍTÓELEMEINEK KOPOTTSÁGA

A korábbiakban ismertetett új, ép sarkokkal rendelkező kalapács garnitúrákat (LN, 1L, 2L) referenciaüzemben meghatározott körülmények között koptatásnak vetettük alá, amely során ugyanazon tömegű, minőségű tennényt aprítottunk.

Az egyes profilok tömegmérési adatait mellőzve megállapítjuk, hogy a lépcső nélküli alakzat tömegvesztése mutatta a legkedvezőbb értéket (3 %), míg a kétlépcsős profil a legkedvezőtlenebbet (5 %).

Mivel sem az üzementani, sem a granulometriai vizsgálatok nem mutattak az egyes profilok használatából eredő szignifikáns különbséget, ezért megállapítható egy kalapácsalakzattól független tömegkopási érték (3-5 %), amely hatására tehát rostamérettől függetlenül jelentős energetikai és szemcsézeti romlás figyelhető meg terménydara előállításánál.

Összességében megállapítható:

- a darálók alapácsok élettartamát tekintve a lépcső nélküli profil előnyösebb a lépcsős kivitelnél,
- élkiképzéstől függetlenül, egyszerű tömegmérési eredményét figyelembevéve 3-5 % darálók alapács kopás jelentős (szignifikáns) különbséget okoz a darák szemcsézeti és energiafelhasználási mutatói között, amely a paraméterek 25-60 % romlásához is vezethet.

RUNNING AND GRANULOMETRIC INVESTIGATION OF GRAIN GRINDING

A. VÉHA

*University of Horticulture and Food Industry
College of Food Industry
H-6701. Szeged, P.O.Box 433.*

ABSTRACT

The author found relationships about the effects of the size of the grinding sieve and the applied hammer profile on the average particle size (\bar{x}) and on the uniformity factor (n) of the grist during the grinding of autumn barley in factory investigation having a lot of sample. The ROSIN-RAMMLER-BENETT distribution has been used for the granulometric characterization of the grist.

Comparing the 156 measuring points the granulometric characteristics of grist have been determined such a way that these parameters refer to the wornness of grinding elements (hammers) independently on the grinding sieve and on the applied hammer profile.

A significant difference can be experienced during the use of new and worn grinding hammers relating to the average particle size (\bar{x}) and to the uniformity factor (n) of grist.

On the base of the factory experience the 3-5 % mass reduction of the grinding elements causes the increasing the energy usage and coarsening the size distribution of the grist characterizing the worn state determined earlier.