

## ENERGOTECHNOLÓGIAI VIZSGÁLATOK GABONAEREDETŰ SZEMCSÉS HALMAZOK APRÍTÁSA ESETÉN

VÉHA ANTAL

Technológia Tanszék

### ÖSSZEFOGLALÓ

*A szemcsés halmazok méretcsökkentési műveletét aprításnak nevezzük. Az aprítási folyamat végén az aprítvány méret szerinti eloszlására az átlagos (várható) szemcseméret, az eloszlás egyenletességi tényezője és az aprítás utáni halmaz új, növelt felülete jellemző érték.*

*Az ipari gyakorlat az őrleményekre (darákra, aprítványokra) számos eloszlásfüggvényt ismer és alkalmaz (Beke 1963), ezek közül a szemcsés halmazokra, terményekre a ROSIN-RAMMLER-SPERLING-BENETT - (RRSB) féle exponenciális eloszlás alkalmazása tűnik célszerűnek (Bölöni 1980, 1990).*

*A méréseket tehát gabona esetében folytattuk le oly módon, hogy az eredményekből - az RRSB-eloszlásnak megfelelően - az ipari feldolgozóműveletek tervezése és alkalmazása során szükséges paraméterek számszerűsíthetők legyenek (Véha 1994).*

### KÍSÉRLETI RÉSZ

*A vizsgálatok elsődleges célja volt igazolni, hogy a gabonaeredetű halmazok aprózódásánál bekövetkező folyamatok leképezhetők-e az egyéb szemcsés anyagok (kőzetek, ásványok) aprítási folyamatánál megismert empirikus összefüggések szerint.*

*A kísérletek őszi árpa (nedvességtartalma 10,6-12,4 %) terménytétel félüzemi méretű, lengőkalapácsos darálógépen történő aprítására irányultak, öt eltérő szemcsészetű őrlemény készítésekor. Az őszi árpából készült darákat rosta nélkül (RN) és eltérő méretű ( $\phi$  2, 4, 6, és 8 mm) körlyukazatú rostabetétek alkalmazása melletti üzemmódban nyertük. A munka során összesen 156 mérési pont esetében - a darahalmazok szemcseeloszlásának megállapítása érdekében - szítaanalízist végeztünk meghatározott lépésközű szítasorozattal.*

*Az aprítványhalmazok jellemzésére - a granulometriában szokásos összefüggések segítségével - a következő paramétereket határoztuk meg:*

- *átlag szemcseméret,*
- *szórás érték,*
- *variációs tényező,*
- *átlagos darafelület,*
- *az eloszlás méretmodulusa,*
- *a darahalmaz egyenletességi tényezője.*

*A vizsgálat eredményeit az 1. táblázatban foglaltuk össze. A táblázatban foglalt adatok - az aprítás valószínűségi folyamatként való értelmezése következtében - elsősorban matematikai-statisztikai jellegűek, illetve a darahalmazok RRSB-eloszlásfüggvény szerinti megközelítéséből származnak. Az őszi árpa darálásakor tapasztalt, mérési eredményekkel dokumentált összefüggést szeretnénk ismertetni.*

*A darahalmazok szitaanalíziséből képezhető átlag szemcseméret ( $x$ ) aprítási üzemmódok szerinti (különböző perforációméretű rosták mellett, rosta nélküli darálás) konfidenciaintervallumai jól elhatárolódnak (1. ábra). Az alkalmazott rosták méretváltoztatása szignifikáns hatást gyakorol az eloszlás várható szemcseméretére.*

*A darák méret szerinti eloszlásának megközelítésére a RRSB-féle függvényt alkalmaztuk, ahol az egyes daraminták eloszlási képe egyenesnek adódott. Az eloszlási egyenesek hajlásszöge, ennek iránytangens értéke jellemző dimenzió nélküli szám, amelyet az eloszlás egyenletességi tényezőjének ( $n$ ) neveznek.*

*Az egyes rostaméretetekhez tartozó eloszlási egyenletességi értékek konfidenciaintervallumainak meghatározásából (2. ábra) arra lehet következtetni, hogy a rostaperforáció a méreteloszlás egyenletességét nagy mértékben meghatározza: minél kisebb a rosta lyukazata, annál homogénebb a képződött darahalmaz szemcseméret szerinti eloszlása.*

*Az általunk vizsgált őszi árpa darák átlagos egyenletességi tényezői 1,2-1,55 közötti tartományban adódtak.*

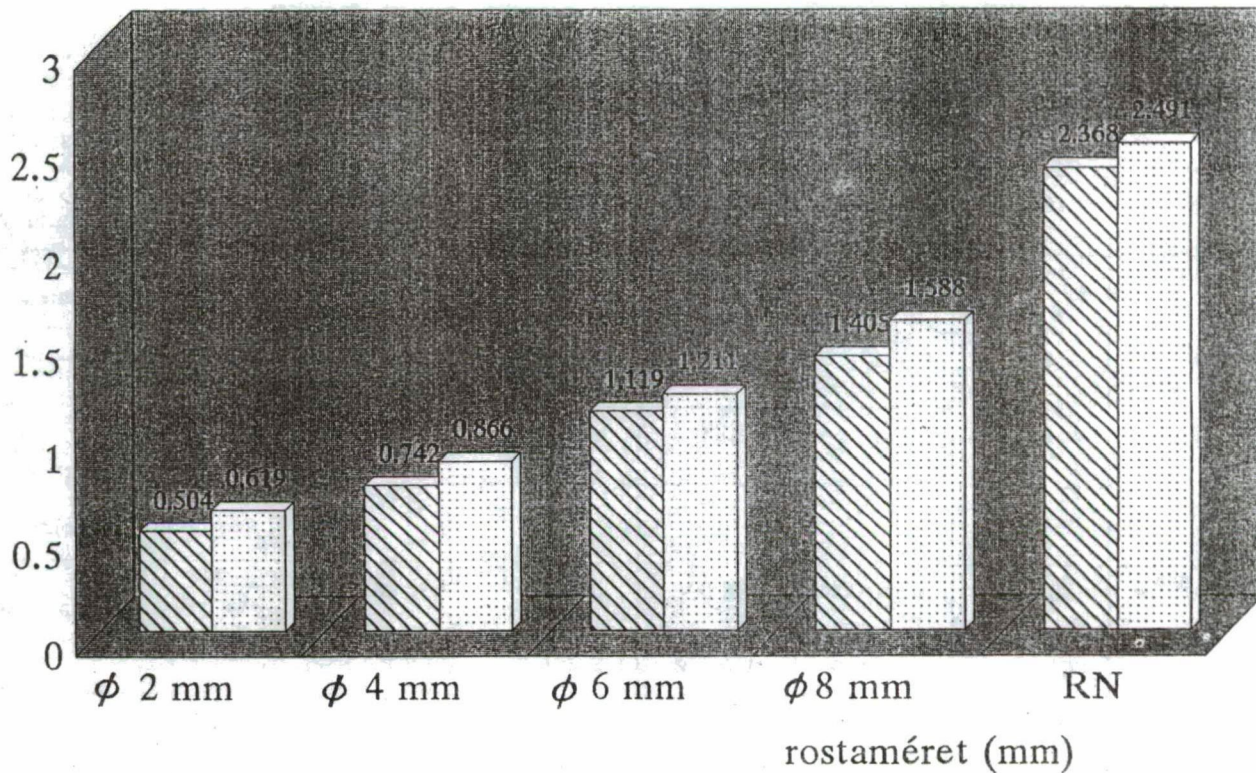
*A darahalmazok RRSB-szerinti méretmodulusa ( $x_0$ ) jellemző és gyorsan meghatározható értéke a méreteloszlásnak. Ez az a jellemző szemcseméret, amelynél az úgynevezett szitamaradék, mennyisége:  $R = 100/e = 36,8\%$  (ahol  $e = 2,718$  a természetes alap).*

*A méretmodulus és az eloszlás egyenletességi tényezője szoros kapcsolatba hozható egymással (3. ábra).*

**1. táblázat** Granulometriai értékek őszi árpa aprításakor a matematikai-statisztikai és az RRSB-eloszlás paramétereinek alapján  
(Nedvességtartalom: 10,6-12,4 %, 156 mérési pont)

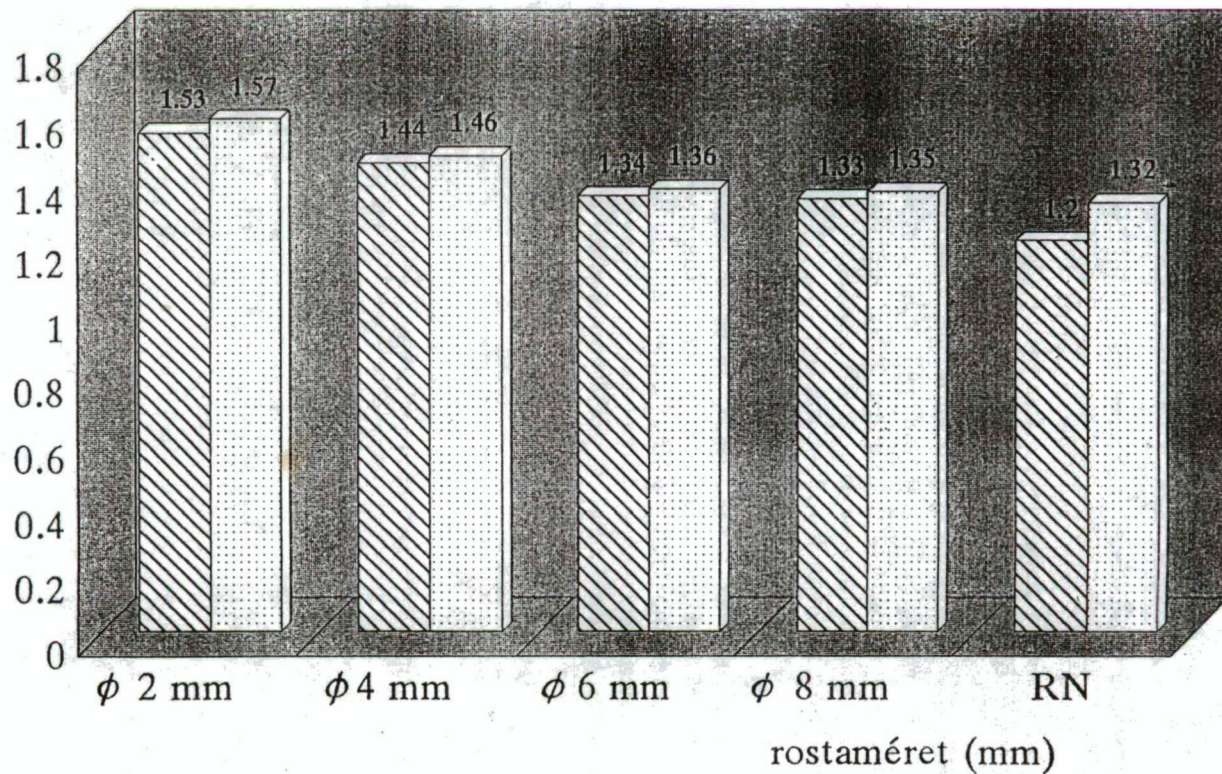
Jellemző	∅ 2 mm	∅ 4 mm	∅ 6 mm	∅ 8 mm	Rosta nélkül	Megjegyzés
Dara tömegáram (kg/h)	300-400	600-700	700-800	800-1000	800-100	$P_{\text{mot}} = 8 \text{ kW}$ mellett
Átlag szemcseméret $\bar{x}$ (mm)	0,55	0,81	1,16	1,49	2,43	matematikai- -statisztikai jellemzők
Szórás $s$ (mm)	0,36	0,58	0,87	1,13	2,02	
Variációs tényező $k = s/\bar{x}$	0,66	0,70	0,75	0,76	0,83	
Átlagos darafelület $f_d$ (cm <sup>2</sup> /g)	187,1	123,7	86,9	52,2	37,2	
Méret modulus $x_0$ (mm)	0,61	0,90	1,26	1,63	2,59	RRSB-eloszlás
Egyenletességi tényező $n$	1,55	1,45	1,35	1,34	1,21	jellemzői

$\bar{x}$  (mm) átlag szemcseméret



1. ábra Az árpa darahalmazok átlag szemcseméretének konfidencia intervallumai a darálórosta perforációinak függvényében

n egyenletességi tényező



2. ábra Az ősziárpa darák egyenletességi tényezőinek konfidencia intervallumai a daráló rostaméretének függvényében

*A hatványfüggvény szerint a kisebb méretmodulusú halmaz egyenletesebb szemcsézetet mutat, azaz  $n$ -értéke nagyobb.*

*A függvénykapcsolat rámutat arra, hogy a rosták méretkiegyenlítő szerepe jelentős még akkor is, ha a halmaz eloszlási képe inkább a lisztes frakciók felé tolódik el ( $0,4 < x_0 < 0,7$  mm és  $1,5$  mm  $< n < 1,65$ ).*

*Az aprítási művelet – mint valószínűségi folyamat – során nyert őrlmények méreteloszlási törvényszerűségeinek műszaki-technológiai végső okaként a darák felületének megközelítése jelölhető meg, hiszen az egyes gabonaőrlemények akár emberi, akár állati tápanyagként gyakran megjelennek.*

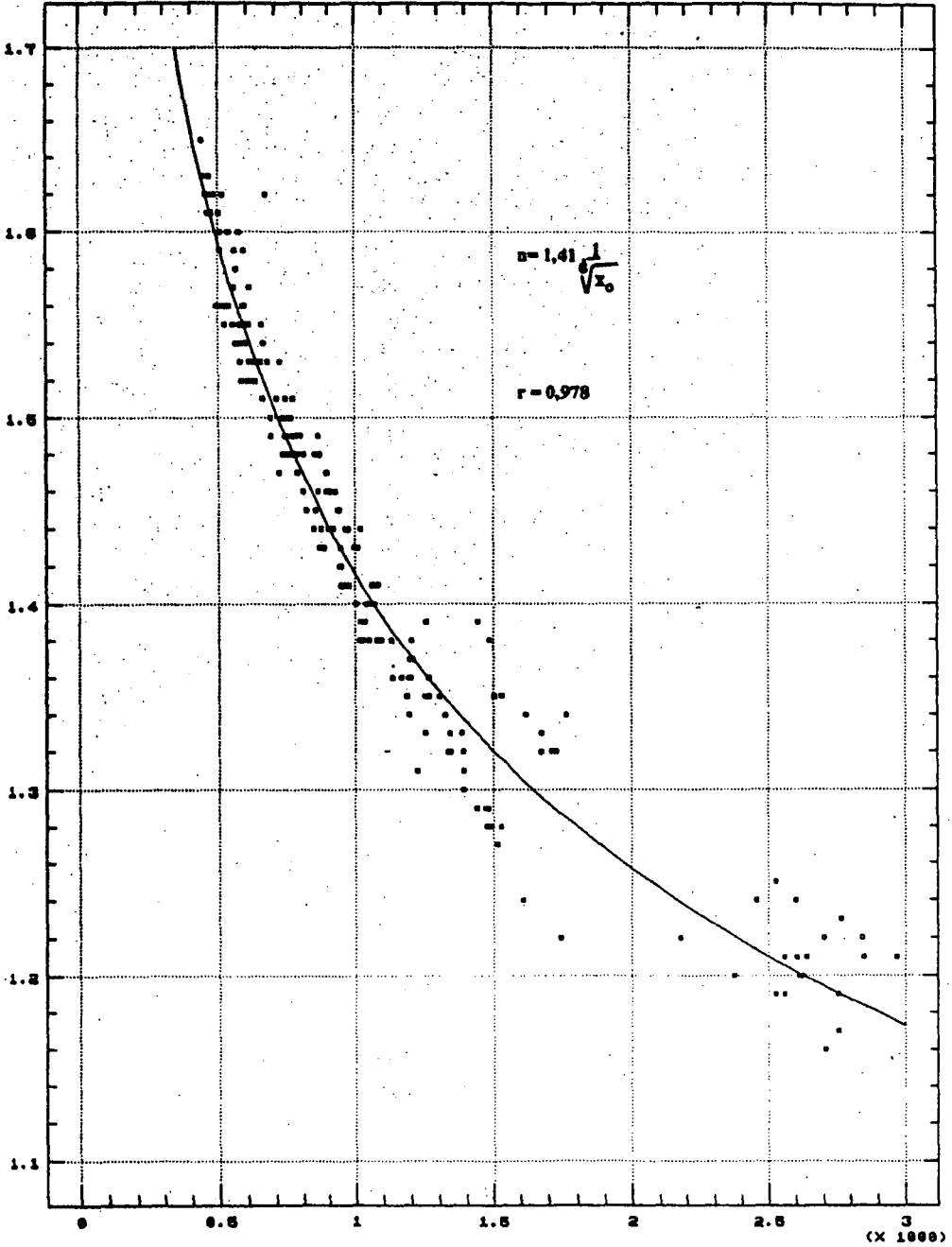
*Az emésztés bonyolult folyamat, de mindenképpen hatást fejt ki a táplálék mérete, fajlagos felülete. Ugyancsak itt említhető meg azoknak az élelmiszeripari gyártóműveleteknek a sokasága (keverés, anyag- és hőátadási műveletek stb.), amelyek technológiai folyamatainak reakciókinetikai tervezésénél a szemcsés halmazok felületének meghatározása elengedhetetlen.*

*A vizsgálatainkat az árpadarák felületének meghatározására is kiterjesztettük (4. ábra). Az őrlmények fajlagos felületi értékei hiperbolikus függvény szerinti kapcsolatban állnak a szitaanalízisből származtatott átlag szemcseméret értékeivel.*

*Az egyes rostákhoz tartozó fajlagos felületi tartományok egymást átfedve a perforáció növekedésével csökkenő tendenciát mutatnak.*

*Az aprítványok fajlagos felületének meghatározása eltérő aprítási fok esetén igen nehézkes, de felhasználva az RRSB-eloszlás néhány praktikus ajánlását, reményt látunk a gyakorlat (élelmezés, takarmányozás) számára megfelelő pontosságú módszer alkalmazhatóságára.*

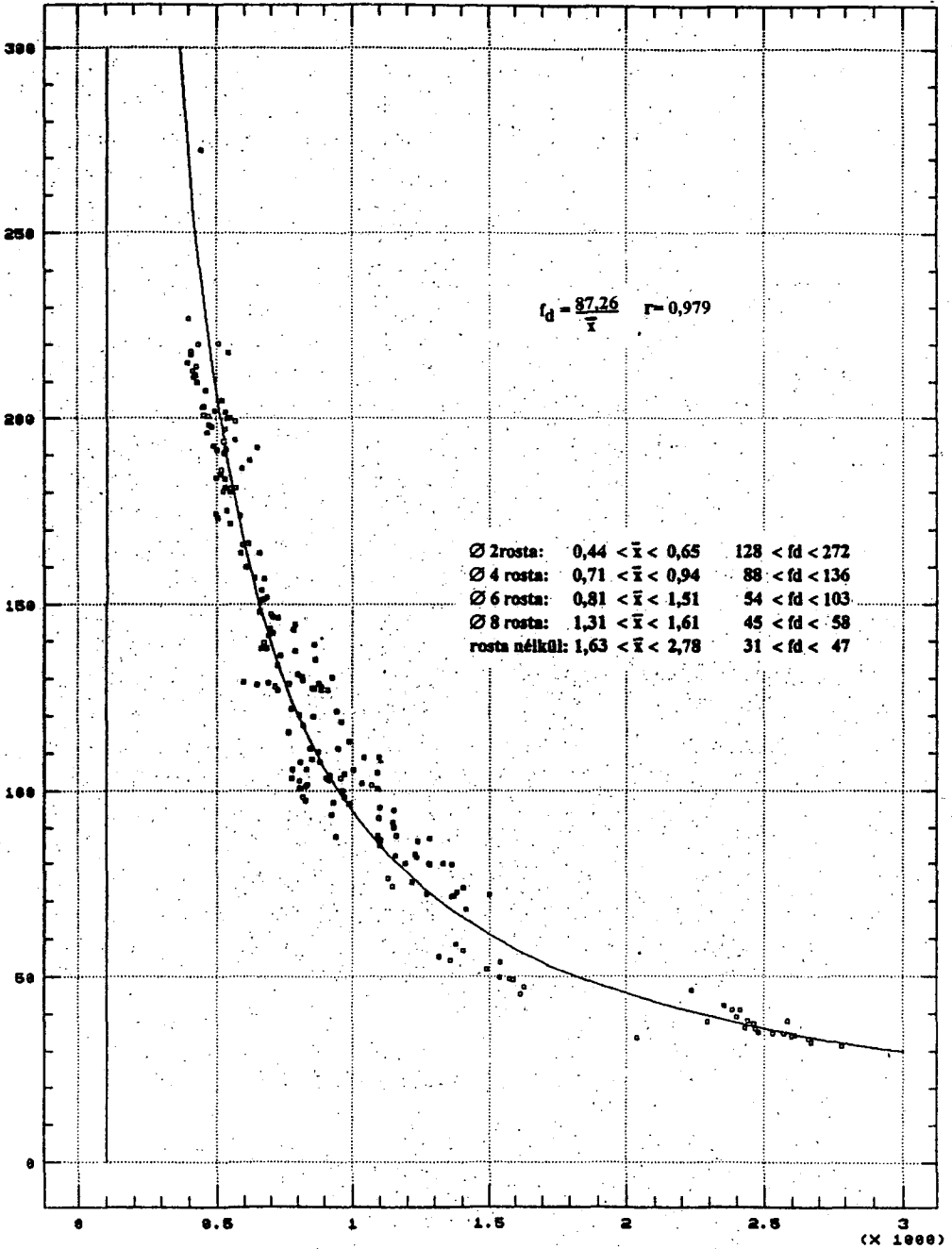
a  
egyenletességi  
tényező



3. ábra Ápadarék RR SB-eloszlás szerinti egyenletességi tényezőinek és méretmodulusának összefüggése

X<sub>0</sub> [mm]  
az eloszlás  
méretmodulusa

$t_d$  [cm<sup>2</sup>/g]  
 Örtékény fajlagos  
 felülete



4.ábra

Árpadarék fajlagos felületértékei a halmaz átlag-  
 szemcseméretének függvényében

( $\times 1000$ )  
 $\bar{x}$  [mm]  
 átlag  
 szemcseméret



## ÖSSZEFOGLALÁS

Légszáras állapotú őszi árpát kalapácsos őrlőgéppel ötféle rosta perforáció mellett daráltuk. A vizsgálatok elsősorban az őrlemények méreteloszlási összefüggéseinek aprítási fokokként feltárására irányultak.

A mintegy 160 mérés granulometriai értékeléséből kitűnik, hogy az eloszlás átlag szemcsemérete szignifikánsan változik az alkalmazott rosták ( $\phi$  2, 4, 6, és 8 mm és rosta nélkül) esetében.

Az őrlemények méret szerinti eloszlásának értékeléséhez a ROSIN-RAMMLER-SPERLING-BENETT-féle függvényt használtuk. Az RRSB-nek megfelelő egyenletességi tényezők értékei rostamérettől függően 1,2-1,55 között adódtak. Kisebb perforáció ( $\phi$  2 mm) mellett egyenletesebb ( $n = 1,55$ ) eloszlást állapítottuk meg, mint nagyobb (pl.  $\phi$  8 mm) rosta esetén ( $n = 1,34$ ). A fenti megállapítást erősítette meg az eloszlás méretmodulusának ( $x_0$ ) és az egyenletességi tényezőnek ( $n$ ) az összefüggésvizsgálatkor tapasztalt szoros korreláció ( $r = 0,978$ ).

Végül a méreteloszlást orientáló, eltérő rostákhoz tartozó őrlemények fajlagos felületét is meghatároztuk. Azt tapasztaltuk, hogy a felületi értékek hiperbolikus kapcsolatban ( $r = 0,978$ ) állnak az eloszlás várható szemcseméretével, azaz durvább darák fajlagos felülete kisebb.

A kísérleti munka nyomán a gabonafélék aprítási műveleténél az RRBS-eloszlásfüggvény alkalmazhatósága került igazolásra, így a technológiai műveleteknél a szükséges paraméterek számszerűsíthetősége a feltárt összefüggések segítségével biztosítható.

## IRODALOM

Beke B. (1963): Aprításelmélet. Akadémiai Kiadó, Budapest

Bölöni I. (1980): Részecskék méreteloszlása árpa aprításakor kalapácsos daráló alkalmazásával. Transaction of the ASAE, XI-XII. Vol. 23. No. 6.p.: 1578-1584.

Bölöni I. (1990): A ROSIN-RAMMLER-függvény alkalmazása árpadara szemcseeloszlásánál. Járművek, Mezőgazdasági Gépek, Budapest Vol. 37. No. 4. p.: 144-148.

Véha A. (1994): Mezőgazdasági termény aprítása kalapácsos darálóval. Kandidátusi értekezés. KÉE EFK p. 47-109.

## **ENERGETICAL AND TECHNOLOGICAL INVESTIGATION ON HAMMER MILLING OF BULK FLUIDS OF GRAIN ORIGIN**

**A. VÉHA**

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

### **ABSTRACT**

*The author ground with autumn barley in air-dry state by hammer-mill equipped different sieve in five size. The investigations aimed at revealing the relationships of the particle size distribution of the grists according to the grade of comminution.*

*From the evaluation of the 160 measurements it can be seen that the average particle size of the distribution changed significantly in the case of applied sieves (diameter 2,4,6,8 mm and without sieves, respectively).*

*The author used the ROSIN-RAMMLER-SPERLING-BENETT function for evaluating particle size distribution of the grists. The uniformity factor of the RRSB graphs were between  $n=1.2-1.55$  depending on the sieve perforation diameter. In the case of the smaller perforation size (diameter 2 mm) showed more uniform ( $n=1.55$ ) distribution than the large ones (e.g. diameter 8 mm) ( $n=1.34$ ). The strong correlation experienced in the investigation of relationship between size modulus and the uniformity coefficient strengthened this statement, too.*

*The author determined the specific surface of the grists deriving from different sieves which orientates the particle size distribution. He experienced a hyperbolic relationship between the specific surface value and the expectable particle mean size, so that the specific surface area coarsest grist was least.*

*According to the experimental work the RRBS distribution function seems to be applicable in the course of grinding operation of grains, in this way we can provide numerically determinable values for the technology operation with the help of the established relationships.*