

THE INFLUENCE OF PHYSICAL CHARACTERISTICS OF SOLID ORGANIC FERTILIZERS ON QUALITY OF LAND SPREADING

INFLUENȚA CARACTERISTICILOR FIZICE ALE ÎNGRĂȘĂMINTELOR ORGANICE SOLIDE ASUPRA CALITĂȚII LUCRĂRII DE ÎMPRĂȘTIERE

PhD.Stud. Eng. Ștefan (Popa) V., PhD. Eng. Ciupercă R., PhD. Eng. Popa L., PhD. Eng. Nedelcu A.,
PhD. Stud. Eng. Lazăr G., PhD.Stud. Eng. Petcu A.S., PhD.Stud. Eng. Zaică A.

INMA Bucharest / Romania

Tel: 0722 245 443; E-mail: valle_vali@yahoo.com

Abstract: Article presents the experimental researches results regarding the influence of physical characteristics of solid organic fertilizers on quality of spreading, performed with machines with vertical spreading apparatus of spire rotor type. These researches are required by the fact that spreading machines should assure a certain shredding degree of material for ensuring a suitable fertilization according to agro-technical requirements respecting the standards in force.

Keywords: organic fertilizers, humidity, shredding degree, spreading.

INTRODUCTION

Soil fertilization with organic fertilizers takes a very important part within the plants cultivating technologies, as it directly influences the soil quality and conditions of plants growing. Increased and sustainable agricultural productions will be obtained if the fertilization is appropriately and in due time performed.

Quality of operation of applying organic fertilizers is considered as optimum, when the land is uniformly covered and material applied does not remain in aggregates bigger than 4...6 cm [2,6,12]. The spreading uniformity, whether the operation is manual or mechanized, must surpass 75% [3,12].

In terms of the influence of humidity of spread material on spreading uniformity on soil, from previous researches [4,5,8,10,11], it has found that, if the material has an average humidity it can be easily broken and minced and thus, allows to obtain a high uniformity. When spread material, especially manure has a bigger humidity, when it is without litter or litter is not uniformly mixed with dejections, the fertilizer spreading is made in big pieces, determining concentrations on certain surface parts [1, 2]. When the material humidity is higher, it sticks to machine working parts, damaging the operation quality [1,7,12].

For a mechanized applying of solid organic fertilizers—manure, stocked on storing or composting platforms, specialized machines, namely technological trailers equipped with horizontal feeding conveyor on the body's floor and dislocation—mincing and distribution parts, are used. Certain machines are also endowed with uniformization parts, for example rotors with fingers [2]. The spreading parts can be rotors with helical spire with indented edges or rotors with fingers that can be arranged horizontally or vertically on the machine. When manure is mechanically spread, the material has to be well homogenized during loading, free of impurities and foreign bodies (stones, clods, metallic waste, wire etc.), and manure layer from the machine hopper must have a constant thickness.

Rezumat: Articolul prezintă rezultatele cercetărilor experimentale privind influența caracteristicilor fizice ale îngrășămintelor organice solide asupra calității lucrării de împrăștiere, realizată cu mașini cu aparat de distribuție vertical tip rotor cu spiră. Necesitatea realizării acestor cercetări reiese din faptul că mașinile de împrăștiat trebuie să asigure un anumit grad de mărunțire al materialului pentru ca fertilizarea să fie conform cerințelor agro-tehnice cu respectarea standardelor în vigoare.

Cuvinte cheie: îngrășămintă organice, umiditate, grad de mărunțire, împrăștiere

INTRODUCERE

Fertilizarea solului cu îngrășămintelor organice ocupă un rol foarte important în cadrul tehnologiilor de cultivare a plantelor deoarece influențează în mod direct calitatea solului și condițiile de dezvoltare a plantelor cultivate. Se pot obține producții sporite și o durabilitate a producției agricole dacă operația de fertilizare se efectuează corect și la timp.

Calitatea lucrării de administrare a îngrășămintelor organice se consideră a fi optimă atunci când terenul este acoperit uniform iar materialul administrat nu rămâne în agregate mai mari de 4...6 cm [2,6,12]. Uniformitatea de împrăștiere, indiferent dacă aceasta operație se efectuează manual sau mecanizat, trebuie să depășească 75% [3,12].

În ceea ce privește influența umidității materialului împrăștiat asupra uniformității distribuției pe suprafața solului, din cercetările anterioare [4,5,8,10,11], s-a constatat că dacă materialul are o umiditate moderată acesta poate fi ușor destrămat și mărunțit și prin urmare permite obținerea unei uniformități ridicate. Când materialul împrăștiat, în special gunoiul de grajd, are o umiditate mai mare, mai ales dacă este fără așternut sau așternutul nu este uniform amestecat cu dejecțiile, împrăștierea îngrășământului se face în bucăți mari, provocând concentrări pe anumite porțiuni de suprafață [1,2]. Cu cât materialul este mai umed acesta se lipește de organele de lucru ale mașinii, înrăutățind și mai mult calitatea lucrării [1,7,12].

Pentru administrarea mecanizată a îngrășămintelor organice solide - gunoi de grajd, stocate pe platforme de depozitare sau compostare, se folosesc mașini specializate, în genul remorcilor tehnologice echipate cu un transportor orizontal de alimentare pe podeaua benei și cu organe de dislocare-mărunțire și distribuție a îngrășămintelor. Unele mașini au prevăzute în plus și organe de uniformizare a materialului, de exemplu rotoare cu degete [2]. Organele de distribuție pot fi de tipul unor rotoare cu spira elicoidală cu muchii dințate sau rotoare cu degete care pot fi dispuse orizontal sau vertical pe mașină. Atunci când aplicarea gunoiului se face mecanizat, materialul trebuie bine omogenizat în timpul încărcării, liber de impurități și corpuri străine (pietre, bulgări, deșeuri metalice, sârmă, etc.), iar stratul de gunoi din buncărul mașinii de administrat să fie uniform ca grosime.

MATERIAL AND METHOD

In order to perform the tests, the machine of spreading solid organic fertilizers MG 5 [3,7] was used (Fig.1) whose spreading apparatus is made of four vertical rotors placed at a 10° angle to the vertical, for allowing an easy driving of body's material according to its natural slope angle.

Each rotor comprises a central shaft on which 3 spires are placed, on which mincing knives are set, and at the lower part centrifugal discs allowing the spreading of material remained in blades or of material not taken by the first rotor spire, are endowed. Spreading apparatus is driven by the PTO and has the transmission ratio 1:1.

MATERIAL ȘI METODĂ

Pentru realizare experimentărilor s-a utilizat mașina de administrat îngrășăminte organice solide MG 5 [3,7] (Fig.1) al cărui aparat de împrăștiere este alcătuit din patru rotoare verticale dispuse la un unghi de 10° față de verticală, pentru a permite antrenarea cu ușurință a materialului din benă, conform unghiului de taluz natural al acestuia.

Fiecare rotor este alcătuit dintr-un ax central pe care se află 3 spire pe care sunt dispuse cuțite de mărunțire a materialului, iar la partea inferioară sunt prevăzute discuri centrifugale care să permită împrăștierea materialului rămas în racletele transportorului sau a materialului nepreluat de prima spiră a rotorului. Aparatul de împrăștiere este acționat prin priza de putere și are raportul de transmitere 1:1.



a)



b)

Fig. 1 – Manure spreader MG 5
a) rear view; b) machine during work

Table 1

Characteristics of machine used in tests

Capacity of body [m ³]	Spreading apparatus type	Rotors height [m]	Spire pace [m]	Spire external diameter [m]	No. of mincing knives/rotor [pcs]	Distance between rotors [m]	Transmission Ratio at PTO-rotors
5	with 4 vertical rotors	1.1	0.3	0.345	28	rotor 1-rotor 2: 0.47 rotor 2-rotor 3: 0.47 rotor 3-rotor 4: 0.47	1:1

Uniformity of spreading width greatly depends on type, composition and state of fertilizer to be spread (humidity, straw content, and age). For obtaining evenly fertilized surfaces, the fertilizer must be spread by overlapping the marginal areas (at two successive passages) where quantities are smaller [6, 9]. From the transversal spreading analysis, performed with 41 spreading machines with different spreading apparatus, presented in specialty literature [8] 3 types of profiles were emphasized (Fig.2), namely:

- triangle profile with maximum dosage in centre and a regular decreasing in the two distribution semi-width;
- trapezoidal profile with a central part where the dose is maximum and constant and then rapidly diminishes toward the two sides;
- „M”-shaped profile with a central part sub-dosed and sides overdosed.

It can be noticed that the most tested equipment (19) has had a trapezoidal profile for all the materials spread. But, these shapes are only theoretical, frequently overdosing or sub-dosing appearing.

Uniformitatea de împrăștiere pe lățime depinde într-o mare măsură de tipul, compoziția și starea îngrășământului împrăștiat (umiditate, conținut de paie, vârstă). Pentru a avea suprafețe uniform fertilizate, îngrășământul trebuie să fie împrăștiat prin suprapunerea zonelor marginale (la doua treceri succesive) unde cantitățile sunt mai mici [6,9]. Din analiza distribuției transversal, efectuate cu 41 de mașini de distribuit cu diferite aparate de distribuție, prezentate în literatura de specialitate [8] s-au evidențiat 3 tipuri de profile (Fig.2) și anume:

- profilul triunghiular cu un maxim de dozare la centru și o descreștere regulată pe cele două semilățimi de distribuție;
- profilul trapezoidal cu o parte centrală unde doza este constantă și maximă, apoi descrește rapid în cele două laterale;
- profilul în „M” cu o parte centrală subdozată și lateralele supradozate.

Se observă că cele mai multe echipamente testate (19) au realizat profil în formă de trapez pentru toate materialele distribuite. Aceste forme sunt însă teoretice, de cele mai multe ori existând supradozaje sau subdozaje.

	Triangle profile	Trapezoid profile	„M” profile
Vertical rotors spreaders	11 spreaders	9 spreaders	8 spreaders
Centrifugal discs spreaders	0 spreaders	10 spreaders	3 spreaders

Fig. 2 - Transversal distribution profile obtained with different spreaders [8]

Modern spreaders should be able to offer a better and more precise uniformity of organic fertilizers spreading on desired surface. An increased control of operator could enhance the spreading process quality.

In order to analyze the spreading quality, the material physical qualities have to be first determined. The most important are type and oldness of material, volumic mass, components and humidity.

Volumic mass of organic fertilizers is defined as being the material mass in comparison with total volume occupied by material in its natural state. In order to find out the volumic mass, the graded cylinder method was used. In practice, the volumic mass of material to be spread is calculated by weighing the mass of fertilizer loaded into spreader, referring to machine body volume.

Aparatele de distribuție moderne ar trebui să ofere o uniformitate mai bună și mai precisă la împrăștierea îngrășămintelor organice pe suprafața dorită. Creșterea controlului operatorului ar duce la creșterea calității procesului de împrăștiere.

Pentru a putea analiza calitatea lucrării de împrăștiere trebuie determinate mai întâi caracteristicile fizice ale materialului supus împrăștierii. Cele mai importante sunt tipul și vârsta materialului, masa volumică, componența și umiditatea.

Masa volumică a îngrășămintelor organice este definită ca fiind masa materialului raportată la volumul total pe care acesta îl ocupă acesta în starea sa naturală. Pentru aflarea masei volumice s-a utilizat metoda cilindrilor gradat. În practică, masa volumică a materialului care urmează a fi împrăștiat se calculează cântărind masa de îngrășământ încărcat în mașina de împrăștiat, raportata la volumul benei mașinii

$$\gamma = \frac{m}{V_m} \quad [\text{kg/m}^3] \quad (1)$$

where

γ is volumic mass, [kg/m³];
 m – manure mass, [kg];
 V_m – volume of graded cylinder, [m³].

Volumic mass is a qualitative index which constructively influences the choice of body volume, but also gives clear indications on material humidity.

Greater the material density is, higher the humidity content will be.

Humidity or liquid content is expressed by mass of liquid lost by material during drying.

It is determined by the relation:

$$U = \frac{m_i - m_f}{m_i} \cdot 100 \quad [\%] \quad (2)$$

Where:

U is humidity in percentages [%]
 m_i – initial mass of sample before drying, [kg];
 m_f – final mass of sample obtained after drying, [kg].

Humidity has been determined by method of drying at 105°, where the sample is kept for 2 hours, afterwards maintaining in desiccator for 30 minutes. Operations of drying, cooling and weighing are performed till the difference between two weighings does not surpass 0.004g. In this moment, it is considered to have reached the steady mass and evaporated the whole water from the sample.

Manure shredding degree

Manure shredding degree is the qualitative working index which shows the percentage of manure particles less than 6 cm [10], distributed, comparing to total quantity of spread manure.

Determination of shredding was made by separately weighing the particles smaller than 6 cm, relating their whole weight to the whole weight of sample of manure.

Relation used for breakage finding is:

$$m = \frac{g}{G} \cdot 100 \quad [\%] \quad (3)$$

where: m is the mincing in %;

g – mass of particles smaller than 6 cm in grams;
 G – total mass of sample in grams.

For determining the mincing degree, the material *granulometric analysis* after spreading must be performed. If particles are in big aggregates, then fertilization is not suitably achieved, being excedentary in those areas, according to [3, 5, 12].

For a detailed observation of mincing degree, the particles size was determined by means of system of sifters with meshes of 6 cm, 4 cm, 2 cm, 1 cm, 0.5 cm. Material put on sifter is shaken for 90 seconds and the remained material quantity on sifter is weighed, the ratio between the total quantity and that remained on sifter being calculated.

RESULTS

Experiments were performed with two types of fertilizers, namely: fermented manure old of 3 years and compost, achieved by intensive aeration method during 7 months, the latest comprising manure, chopped branches, wheat straw and leaves.

In order to find out the humidity and volumic mass, 5 samples were taken from manure and compost platforms.

Results obtained are shown in tables 2 and 3.

unde

γ este masa volumică, [kg/m³];
 m - masa de gunoi, [kg];
 V_m - volumul cilindrului gradat, [m³].

Masa volumică este un indice calitativ care influențează constructiv alegerea volumului benelor dar ne dă și indicații clare asupra umidității materialului. Cu cât densitatea materialului este mai mare vom avea și un conținut crescut de umiditate.

Umiditatea sau conținutul de lichid este exprimat de masa de lichid pierdută de material în timpul uscării.

Se determină prin relația:

Unde:

U este umiditatea în procente [%]
 m_i - masa inițială a probei înainte de uscare, [kg];
 m_f - masa finală a probei obținută după uscare, [kg].

Umiditatea s-a determinat prin metoda uscării la 105°, unde se ține timp de 2 ore, urmată de menținerea în exsicator timp de 30 de minute. Operațiile de uscare, răcire și cântărire se efectuează până când diferența dintre două cântăriri succesive nu este mai mare de 0,004g. În acest moment se considera ca s-a ajuns la masa constantă și s-a evaporat toată apa din proba.

Gradul de mărunțire a gunoiului de grajd

Mărunțirea gunoiului de grajd este indicele calitativ de lucru care arată procentul distribuit de particule de gunoi cu dimensiuni mai mici de 6 cm [10], față de cantitatea totală de gunoi împrăștiat.

Determinarea mărunțirii s-a efectuat prin cântărirea separată a particulelor cu dimensiuni mai mici de 6 cm, raportând greutatea lor la greutatea totală a probei de gunoi.

Relația folosită pentru determinarea mărunțirii este:

în care: m este mărunțirea în %;

g - masa particulelor cu dimensiuni sub 6 cm în grame;
 G – masa totală a probei în grame.

Pentru a putea determina gradul de mărunțire trebuie realizată *analiza granulometrică* a materialului după împrăștiere. Dacă particulele se află în agregate mari, fertilizarea nu se realizează corespunzător, ea fiind excedentară în acele zone, conform [3, 5, 12].

Pentru observa mai în detaliu gradul de mărunțire s-a determinat dimensiunile particulelor cu ajutorul sistemului de site cu ochiuri de 6 cm, 4 cm, 2 cm, 1 cm, 0,5 cm. Materialul așezat pe sită se cerne timp de 90 de secunde și se cântărește cantitatea de material rămasă pe sită, făcându-se apoi raportul între cantitatea totală și cantitatea rămasă pe sită.

REZULTATE

Experimentările au fost efectuate cu două tipuri de îngrășăminte și anume: gunoi de grajd bine fermentat (mrunțit) vechi de 3 ani și compost, realizat prin procedeul de aerare intensivă în decurs de 7 luni, care are în componența gunoi de grajd, tocătura de crengi, paie de grâu și frunze.

Pentru determinarea umidității și masei volumice s-au prelevat 5 probe din platformele de gunoi de grajd și compost.

Rezultatele obținute sunt prezentate în tabelele 2 și 3.

Table 2

Den. No	Material	Values of humidity					Average [%]
		Umiditatea [%]					
		Sample I	Sample II	Sample III	Sample IV	Sample V	
1	Fermented manure	55.51	54.81	56.79	59.54	53.78	56.08
2	Compost	75.34	70.33	74.15	61.49	80.35	72.33



Fig. 2- Aspects during measurements
a) determination of mass, b) utilization of drying chamber

Table 3

Den. No	Material	Values of bulk density					Average [kg/m ³]
		Bulk density [kg/m ³]					
		Sample I	Sample II	Sample III	Sample IV	Sample V	
1	Fermented manure	397.45	411.78	358.68	455.32	400.75	404.79
2	Compost	524.60	552.87	640.44	510.62	565.76	558.85

From the analysis of tests results, the following were noticed:

- for fermented manure, the average humidity was of approx. 56.08, and the volumic mass of 404.79 kg/m³;
- for compost, the average humidity was of approx. 72.33% and volumic mass of 558.85 kg/m³;

Tests were performed on plane land (stubble), wind being in average of 1.3 m/s, value accepted by STAS 12836:1990, value which does not negatively affect the distribution curve. For achieving the spreading were used 3 rotative speeds at a 65 HP tractor PTO, namely 365, 445 and 530 rpm and material real spreading width and mincing degree were monitored. Forward speed of tractor-machine aggregate was maintained constant at 3.26 [km/h] and scraper conveyor speed was of 0.0416 [m/s]. When spreading the two types of materials, the following results were obtained:

Din analiza rezultatelor obținute în urma experimentărilor s-a constatat următoarele:

- pentru gunoiului de grajd fermentat, umiditatea medie a fost de cca. 56,08% și masa volumică 404,79 kg/m³;
- pentru compost umiditatea medie a fost de cca. 72,33% și masa volumică 558,85 kg/m³;

Încercările s-au efectuat pe teren șes (miriște), vântul având o valoare medie de 1,3 m/s, valoare acceptată de STAS 12836:1990, valoare care nu afectează negativ curba distribuției. Pentru realizarea distribuției s-au utilizat 3 turații la priza de putere a unui tractor de 65 CP și anume 365, 445 și 530 rpm și s-a urmărit determinarea lățimii efective de împrăștiere, uniformității de împrăștiere și gradul de mărunțire al materialului. Viteza de deplasare a agregatului tractor-mașină a fost menținută constantă la valoarea 3,26 [km/h] și viteza transportorului cu raclete a fost 0,0416 [m/s]. La împrăștierea celor două tipuri de materiale s-au obținut următoarele rezultate:

Table 4

Material type	Rotative speed of spreading apparatus [rpm]	Values of spread width and shredding degree			
		Maximum distribution width [m]	Total mass of sample [kg]	Mass of particles sized of < 6cm [kg]	Shredding degree [%]
Fermented manure	365	8.5	14.08	10.78	76.56
	445	10	15.95	12.52	78.49
	530	13	20.05	17.56	87.58
Compost	365	9	17.79	16.85	94.71
	445	11.5	19.23	18.12	94.22
	530	14	24.11	24.11	100

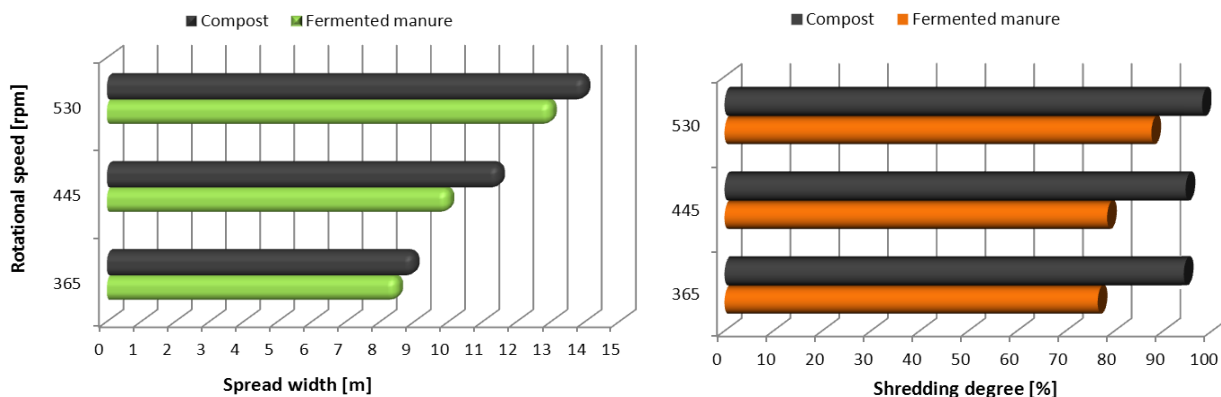


Fig.3 - Graphic representation of spread width and shredding degree

From data obtained, it has concluded that spread width is directly influenced by rotative speed of spreading apparatus, increasing along with it.

As for the shredding degree, the compost values were better than fermented manure ones, although these two product categories are somehow similar. For fermented manure, the spreading degree was about 80.87% and for compost 94.77%, value largely superior to the first one. This is explained first by the fact that obtaining compost has been achieved by a controlled intense process of forced aeration, while the manure has been obtained by passive composting in open heap. The latest had many pieces of material of small humidity of approx. 55% (dried crusts), coming from superficial layer of heap which was not appropriately minced.

In order to find out the granulometric composition from each material fraction, different size sifters were used (6 cm, 4 cm, 2 cm, 1 cm, 0.5 cm).

For measurements, the sample was harvested on a surface of 1 m² situated in the middle of spreading width, obtained at a spreading apparatus rotative speed of 530 rpm.

Din datele obținute reiese că lățimea de distribuție este influențată direct de turația aparatului de distribuție aceasta crescând odată cu creșterea turației.

În ceea ce privește gradul de mărunțire se constată că la compost am obținut valori mai bune decât la gunoiul fermentat, deși aceste două categorii de produs sunt oarecum similare. Pentru gunoiul de grajd fermentat s-a obținut un grad de mărunțire în jurul valorii de 80,87% iar la compost 94,77%, valoare mult superioară primei. Acest lucru se datorează în primul rând faptului că obținerea compostului s-a realizat printr-un proces controlat, intens și forțat de fermentare cu aerare forțată, pe când gunoiul fermentat a fost obținut prin compostare pasivă în grămadă deschisă. Acesta din urmă a prezentat multe bucăți de material cu umiditate mică de cca. 55% (cruste uscate), provenite din stratul superficial al grămezii care nu au fost mărunțite corespunzător.

Pentru a determina compoziția granulometrică din fiecare fracție de material s-au utilizat site de diverse dimensiuni (6 cm, 4 cm, 2 cm, 1 cm, 0,5 cm).

Pentru măsurători s-a recoltat proba de pe suprafața de 1 m² aflată la mijlocul lățimii de împrăștiere, obținută la turația aparatului de distribuție de 530 rpm.



Fig.4 – Obtaining the fractions by separation on sifters

Table 5

Particle size distribution of tested materials								
Material	Rotational speed [rpm]	Total sample mass [kg]	Particle size distribution of each material fraction [kg]					
			>6 cm	4-6 cm	2-4 cm	1-2 cm	0,5-1 cm	<0.5 cm
Fermented manure	530	3.45	0.250	0.300	0.446	0.954	0.492	1.008
Compost	530	4.82	0	0.245	0.520	0.745	1.360	1.950

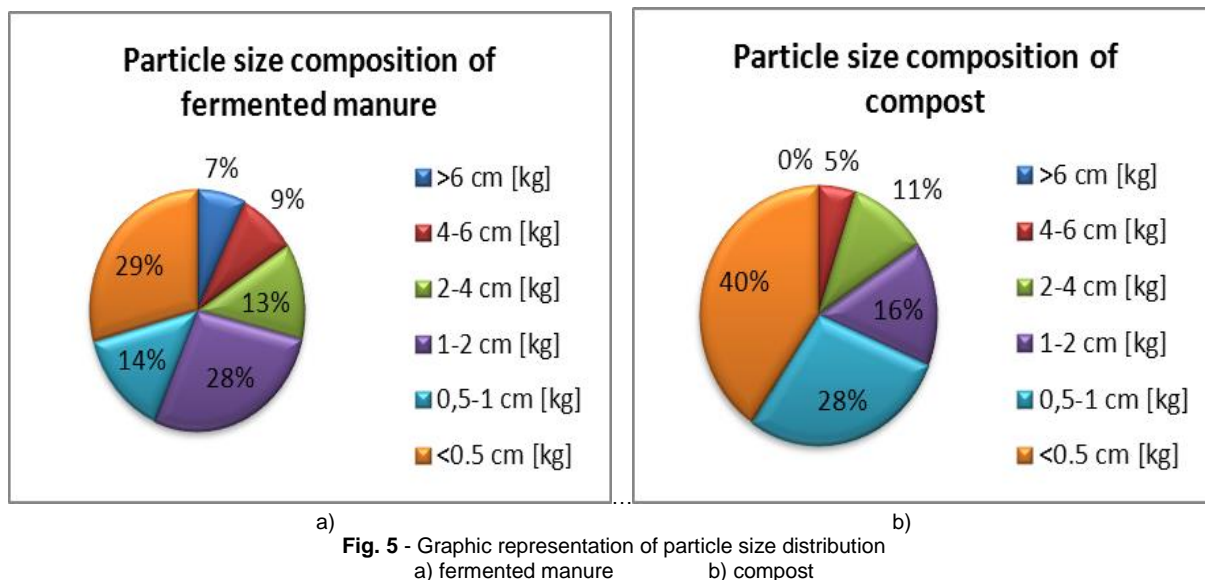


Fig. 5 - Graphic representation of particle size distribution
a) fermented manure b) compost

In figure 5 is shown that fractions obtained after material spreading have closed values, the biggest quantity being sized under 0.5 cm at both types of material.

CONCLUSIONS

From analysis of tests results, the following were found out:

- compost had a bigger humidity than fermented manure (72.33% compared to 56.08%);
- manure crust which was drier than the rest of material did not minced uniformly, pieces of bigger size than recommended standard dimension remaining;
- shredding degree depends both on type and construction of spreading apparatus and material physical properties (humidity);
- compost mincing degree was of approx.95% while fermented manure was of about 80%, both materials having a good behaviour from this point of view, as values of over 75 % were obtained, according to norms in force.

REFERENCES

- [1]. Laguë C., Landry H., Roberge M. (2005) - *Engineering of land application systems for livestock manure: A review*. Le Génie Des Biosystèmes Au Canada, vol 47, 2005, pp. 6.17-6.28.
- [2]. Malgeryd J., Wetterberg C.(1996) - *Physical properties of solid and liquid manures and their effects on the performance of spreading machines*. J. Agric. Eng. Res. 64(4): 289-298.
- [3]. Popa L. (2005) – *Research and elaboration of ecological technologies for soil fertilization, in compliance with sustainable agriculture concept, with favourable impact on environment and consumers health*, CEEX Excellence Research Program, contr.19/2004, AGRAL National Program, Bucharest;
- [4]. Popa L., Nedelcu A., Ciuperca R, (2008) - *Mechanization technologies for solid organic fertilization*, SCIENTIFIC PAPERS (INMATEH), pp.128...135, ISSN 1583 – 1019, Bucharest;
- [5]. Popa L., Cânpeanu A., (2008) - *Current state of research and construction of solid organic fertilization equipment in Romania*, SCIENTIFIC PAPERS (INMATEH), pp.214...222, ISSN 1583 – 1019, Bucharest;

Din figura 5 reiese că fracțiile obținute după împrăștierea materialului au valori apropiate remarcându-se că cea mai mare cantitate a avut dimensiuni sub 0,5 cm la ambele tipuri de material.

CONCLUZII

Din analiza rezultatelor obținute în urma experimentărilor s-au constatat următoarele:

- compostul a avut o umiditate mai mare decât gunoiul de grajd fermentat (72,33% față de 56,08%);
- crusta gunoiului de grajd, mai uscată decât restul materialului, nu s-a mărunțit uniform, rămânând bucăți cu dimensiuni mai mari decât recomandările standardelor;
- gradul de mărunțire depinde atât de tipul și construcția aparatului de distribuție cât și de proprietățile fizice ale materialului testat;(umiditate);
- gradul de mărunțire al compostul a avut valori de cca.95% în timp ce gunoiul fermentat a avut valori de cca 80%, per ansamblu, ambele materiale s-au comportat bine din acest punct de vedere, deoarece s-au obținut valori de peste 75 % așa cum impun normele în vigoare.

REFERINȚE

- [1]. Laguë C., Landry H, Roberge M. (2005) – *Ingineria sistemelor de aplicare pe sol a gunoiului de grajd: O recenzie*. Geniul Biosistemelor in Canada, vol 47, 2005, pag. 6.17-6.28.
- [2]. Malgeryd J., Wetterberg C.(1996) - *Proprietățile fizice ale îngrășămintelor organice solide si lichide si efectele lor asupra performantelor aparatele de distribuit*, Cercetări in Ingineria Agricola. 64(4): pag. 289-298.
- [3]. Popa L. (2005) – *Cercetarea și elaborarea unor tehnologii ecologice de fertilizare a solului, conform conceptului de agricultură durabilă, cu impact favorabil asupra mediului și a sănătății consumatorilor*, Program Cercetarea de Excelenta-CEEX, contr.19/2004, Programul National AGRAL, București;
- [4]. Popa L., Nedelcu A, Ciuperca R, (2008) - *Tehnologii de mecanizare pentru fertilizarea cu îngrășămintă organice solide*, LUCRĂRI ȘTIINTIFICE (INMATEH), pag.128...135, ISSN 1583–1019, București;
- [5]. Popa L., Cânpeanu A., (2008) - *Stadiul actual în cercetarea și construcția mașinilor de fertilizare cu îngrășămintă organice solide din România*, LUCRĂRI ȘTIINTIFICE (INMATEH), pag.214...222, ISSN 1583 – 1019, București;

[6]. Popa L., Pirna I., Nedelcu A., Ciuperca R., (2008) - *Manure spreading machine of 5 tons capacity, MG-5*, Symposium "Development Trends in European Agriculture", pp.489-493, ISSN 2066 -1843, Timișoara;

[7]. Popa L., Pirnă I., Cojocaru I., Ciupercă R., Nedelcu A., Ștefan V., (2008) - *Machine for applying manure fertilizers by means of vertical spreading apparatus*, Scientific Conference "DURABLE AGRICULTURE- AGRICULTURE OF FUTURE", vol.XXXVIII/B 2008, pag. 639-647, ISSN 1841-8317, Craiova, 28-29 November 2008;

[8]. Rousselet M., Mozoyer J. (2006) – *Evaluating the performance of manure spreaders: first results according to DIN EN 13080*, Engineering. no.46, pg.79-92; ISSN 1264-9147;

[9]. Scripnic V., Babiciu P.(1979) – *Agricultural machines*, Bucharest, Ceres Publishing House;

[10]. Ștefan V., Popa L., David L., Pirnă I., Ciupercă R., Petcu A., Duțu M. F., Găgeanu I. - *Considerations on physical and mechanical properties of solid organic fertilizers*, The 4th International Conference on Thermal Equipment, Renewable Energy and Rural Development TE-RE-RD 2015, ISSN 2457–3302, POLITEHNICA PRESS Publishing House, pg.369-374.

[11]. Thirion F., Chabot F., Andler D. (1998) – *Determination of physical characteristics of animal manure*. Proceedings of RAMIRAN 98 (8th International Conference on Management Strategies for Organic Waste Use in Agriculture), pp.457–469, Rennes, France,

[12]. *** Ministry of Environment and Water Management, Ministry of Agriculture, Forests and Rural Development (2005) – *Code of good agricultural practices for water protection against agricultural nitrates pollution*,. Bucharest.

[6]. Popa L., Pirna I., Nedelcu A., Ciuperca R., (2008) – *Mașina pentru imprastiat îngrășăminte organice cu capacitate de 5 t*, Simpozionul "Tendințe de dezvoltare în agricultura europeană", pag. .489-493, ISSN 2066 - 1843, Timișoara;

[7]. Popa L., Pirnă I., Cojocaru I., Ciupercă R., Nedelcu A., Ștefan V., (2008) – *Mașina pentru aplicarea îngrășămintelor organice solide cu aparat de distribuție cu rotoare verticale*, Conferința științifică "AGRICULTURA DURABILĂ – AGRICULTURA VIITORULUI", vol.XXXVIII/B 2008, pag. 639-647, , ISSN 1841-8317, Craiova, 28-29 nov.2008; ISSN 1841-8317.

[8]. Rousselet M., Mozoyer J., (2006) – *Evaluarea performanțelor mașinilor de imprastiat gunoi de grajd: primele rezultate după norma DIN EN 13080*, Inginerie. nr.46, pag.79-92; ISSN 1264-9147;

[9]. Scripnic V., Babiciu P., (1979) - *Mașini agricole*, București, Editura Ceres;

[10]. Ștefan V., Popa L., David L., Pirnă I., Ciupercă R., Petcu A., Duțu M. F., Găgeanu I. – *Considerații asupra proprietăților fizice și mecanice ale îngrășămintelor organice solide*, A 4-a Conferință pentru Echipamente Termice, Energii regenerabile și Dezvoltare Rurală, TE-RE-RD 2015, ISSN 2457 – 3302, Editura POLITEHNICA PRESS, pg.369-374.

[11]. Thirion F., Chabot F., Andler D. (1998) – *Determinarea caracteristicilor fizice ale gunoierului de grajd de la animale*. Lucrări RAMIRAN 98 (A 8-a Conferința Internațională Strategii de management pentru deșeurile organice utilizate în Agricultură. pag.457–469, Rennes, France,

[12]. *** Ministerul Mediului și Gospodării Apelor, Ministerul Agriculturii, Pădurilor și Dezvoltării Rurale (2005) - *Codului de bune practici agricole pentru protecția apelor împotriva poluării cu nitrați din surse agricole*, București.