

EXPERIMENTS REGARDING THE INFLUENCE OF WORKING PARAMETERS ON HOEING CROPS SOWING

EXPERIMENTĂRI PRIVIND INFLUENȚA PARAMETRILOR DE LUCRU ASUPRA PRECIZIEI DE SEMĂNAT A CULTURILOR DE PLANTE PRĂȘITOARE

PhD. Stud. Eng. Cujbescu D.¹⁾, Prof. PhD. Eng. Voicu Gh.²⁾, Eng. Bolintineanu Gh.¹⁾, PhD. Stud. Eng. Persu C.¹⁾, Dr. Kabaş Ö.³⁾, Assoc. Prof. PhD. Eng. Bungescu S.⁴⁾, Prof. PhD. Eng. Biriş S.²⁾

¹⁾INMA Bucharest; ²⁾P.U. Bucharest; ³⁾Bati Akdeniz Agricultural Research Institute, Antalya / Turkey;

⁴⁾USAMVB Timișoara / Romania

Tel: 0740-272076; E-mail: dcujbescu@yahoo.com

Abstract: Romania's strategic objective of EU integration imposes, among others, policies that ensure the implementation of community requirements on the free movement of products, which is based on an open market economy, based on competition and economic and social cohesion. Agricultural productivity (main economic branch through its impact on the society and environment) is influenced by technological level of applied work, sowing work occupying a very important place in these technologies. This paper presents a method for testing the hoeing plants sowing machines with the help of a stand equipped with laser sensors that measure the time interval between the fall of two seeds which it transforms in space and which it compares to the reference area calculated by a specialized software after entering the input data (density, distance between rows, number of holes on the disk, speed).

Keywords: sowing machine, precision agriculture, distributing disc

INTRODUCTION

Current studies and researches on sowing methods and equipment, are part of the new trends for precision farming, knowing that sowing uniformity is essential to obtain high corn, sunflower and other hoeing crops productivity, 50% of the crop being determined by the sowing work [2, 3, 7, 8, 10, 11, 12, 13, 14]. Developing a competitive agriculture allowing to obtain increased production, without soil compaction can not be achieved without a proper management of sowing plants work [4].

An important aspect of continuous increasing policy of products quality achieved by each economic agent, is constituted by maintaining compliance of sowing machines and growing prerequisites for achieving these products in terms of repeatability, according to integrated agricultural management [5].

Sowing works qualitative indexes of hoeing plants can be assessed by means of physical measures, measurable, such as the distance between seeds per row, distance between rows, sowing depth, and so on. Any disturbance of the seeding process leads to lower qualitative indexes of the sowing work and finally to decrease production [9]. The main direction of sowing machines improvement, is their constructive improvement (including control and measurement equipment) [15]. Sowing machine performance testing can be performed in the field [1] or in the laboratory [6].

At current sowing machines the centralized driving system of distributing disks is made from a rubber wheel that moves on the soil (with skidding of 10-15%) which transmits the rotation movement through a chain transmission to the distribution discs.

MATERIALS AND METHOD

To highlight the influence of operating parameters on the sowing precision three sowing sections for hoeing plants were mounted on bench SPS-3, (fig.1).

Rezumat: Obiectivul strategic al României de integrare în UE impune, printre altele, politici care să asigure aplicarea exigențelor comunitare privitoare la libera circulație a produselor, care are la bază economia de piață deschisă, bazată pe concurență și coeziune economică și socială. Productivitatea agriculturii (ramură economică de bază prin impactul asupra societății și mediului) este influențată de nivelul tehnologiilor de lucru aplicate, lucrarea de semănat ocupând un loc foarte important în cadrul acestor tehnologii. Lucrarea prezintă o metodă de testare a preciziei semănătorilor de plante prășitoare cu ajutorul unui stand dotat cu traductoare cu laser care măsoară intervalul de timp de cădere între două semințe pe care îl transformă în spațiu și pe care îl compară cu spațiul de referință calculat de un soft specializat, după introducerea datelor de intrare (densitate, distanța între rânduri, număr orificii pe disc, viteză).

Cuvinte cheie: semănătoare, agricultură de precizie, disc distribuitor

INTRODUCERE

Studiile și cercetările actuale, privind metodele și echipamentele de semănat, se înscriu în noile tendințe pentru practicarea unei agriculturi de precizie cunoscând că uniformitatea la semănat este esențială pentru a obține productivități ridicate la porumb, floarea soarelui, și alte culturi prășitoare, 50% din recoltă fiind determinată la lucrarea de semănat [2, 3, 7, 8, 10, 11, 12, 13, 14]. Dezvoltarea unei agriculturi performante care să permită obținerea unor producții sporite, fără tasarea solului nu se poate realiza fără un management corespunzător al lucrărilor de semănat a plantelor [4].

Un aspect important al politicii de creștere continuă a calității produselor realizate de fiecare agent economic, îl constituie atât menținerea conformității mașinilor de semănat cât și creșterea premizelor de realizare în condiții de repetabilitate a acestor produse, conform unui management agricol integrat [5].

Indicii calitativi ai lucrării de semănat a semănătorilor de plante prășitoare pot fi apreciați prin intermediul unor mărimi fizice, măsurabile, cum ar fi distanța între semințe pe rând, distanța între rânduri, adâncimea de semănat, etc. Orice perturbare a procesului de semănat conduce la scăderea indicilor calitativi ai lucrării de semănat și în final la micșorarea producției [9]. Principala direcție de perfecționare a mașinilor de semănat, o constituie îmbunătățirea lor constructivă (incluzând aparatura de control și măsurare) [15]. Testarea performanțelor mașinilor de semănat se poate efectua în câmp [1] sau în laborator [6].

La semănatoarele actuale antrenarea centralizată a discurilor distribuitoare se face de la o roata de cauciuc care se deplasează pe sol (cu patinări de 10-15 %) care transmite mișcarea de rotație prin intermediul unei transmisii cu lanț la discurile distribuitoare.

MATERIALE ȘI METODĂ

Pentru a evidenția influența parametrilor de lucru asupra preciziei de semănat s-au montat trei secții de semănat plante prășitoare pe standul SPS-3 (fig.1).



Fig. 1 - Bench SPS-3 for sowing precision machines testing /
Standul SPS-3 pentru testarea secțiilor semănătorilor de precizie

Hoing plants sowing machines must meet the following requirements:

- Should have high mobility during work and provide greater safety in operation;
- Should dose seeds for achieving the set norm per hectare;
- Should keep during work the setting made on sowers parameters;
- Should be equipped with automation and control apparatus during work;
- Should have multiple, rigorous possibilities of adjustment, and be able to achieve the minimum, usual and maximum norm; provided by agronomic requirements;
- Should be easy, simple to handle and adjust, have a good labor protection;
- Should be standardized and guaranteed for safe use;
- Should achieve high productivity;
- Should have a nice design and facilities at assembling and disassembling;
- Should have low energy consumption and high work efficiency.

SPS-3 bench for sowing stations for precision testing provides testing conditions for all types of sections for sowing hoeing crops, being able to simultaneously test 3 sowing sections [14].

Working speed has been simulated with a variable speed electric motor which drives the centralized transmission of distribution discs at speeds in the range of 2-12 km/h.

Actuation of distribution apparatus can be achieved in two versions:

- individual transmission – through flexible belt system;
- centralized transmission – through chain transmission.

The stand is equipped with a vacuum generator (exhauster asynchronous motor - belt transmission), operating at a nominal speed of 4000 rot/min and creating a maximum depression of 600 mm height of water (depression measured by a Prandtl-Pitot tube).

Reference element in this statistical processing system is *theoretical interval (adjusted) between seeds per row*. The accuracy of sowing is determined by laser transducers which measure the time interval between two seeds fall and convert it into space and compares it with the reference space (d_{ref}) calculated by the software program after entering input data (density, distance between rows, number of holes on the disc, speed). Distances within the range $0.5-1.5d_{ref}$ are considered *normal intervals*, the lowest $0.5d_{ref}$ are considered *double*, and the biggest $1.5d_{ref}$ are considered *gaps*. Results are displayed on a LCD in a graphical form (fig. 2).

Semănătorile de plante prășitoare trebuie să îndeplinească următoarele cerințe:

- să aibă mobilitate mare în timpul lucrului și să prezinte siguranță mare în exploatare;
- să dozeze semințele pentru realizarea normei la hectar reglată;
- să păstreze în timpul lucrului reglajele făcute asupra parametrilor semănătorii;
- să fie dotate cu aparatură de control și automatizare în timpul lucrului;
- să aibă posibilități de reglaj multiple, riguroase și să poată realiza norma minimă, uzuală și maximă prevăzute de cerințele agrotehnice;
- să fie ușoare, simplă de manevrat și de reglat, să aibă o bună protecție a muncii;
- să fie standardizate și garantate pentru siguranța folosirii;
- să permită realizarea unor productivități ridicate;
- să aibă design plăcut și facilități la montare și demontare;
- să aibă consum energetic scăzut și randamente de lucru ridicate.

Standul pentru determinarea preciziei de semănat SPS-3 asigură condiții de încercare pentru toate tipurile de secții de semănat culturi prășitoare, putându-se testa simultan 3 secți de semănat [14].

Viteza de lucru a fost simulată cu un motor electric cu turație variabilă care antrenează transmisia centralizată a discurilor distribuitoare la viteze în intervalul 2-12 km/h.

Acționarea aparatelor de distribuție se poate realiza în două variante:

- transmisie individuală – prin sistem cu bandă flexibilă;
- transmisie centralizată – prin transmisie cun lanț.

Standul este echipat cu un generator de vacuum (exhauster-motor asincron-transmisie prin curele), care funcționează la o turație nominală de 4000 rot/min și poate crea o depresiune maximă de 600 mm col.apă (depresiune măsurată prin intermediul unui tub Prandtl-Pitot).

Elementul de referință în acest sistem de prelucrare statistic este *intervalul teoretic (reglat) între semințe pe rând*. Precizia de semănat se determină cu ajutorul unor traductoare cu laser care măsorează intervalul de timp de cădere între două semințe pe care îl transformă în spațiu și pe care îl compară cu spațiul de referință (d_{ref}) calculat de softul programului după introducerea datelor de intrare (densitate, distanța între rânduri, număr orificii pe disc, viteză). Distanțele cuprinse în intervalul $0.5-1,5d_{ref}$ sunt considerate *intervale normale*, cele mai mici de $0,5d_{ref}$ sunt considerate *double*, iar cele mai mari de $1,5d_{ref}$ sunt considerate *goluri*. Rezultatele sunt afișate pe un LCD sub forma grafică (fig. 2).

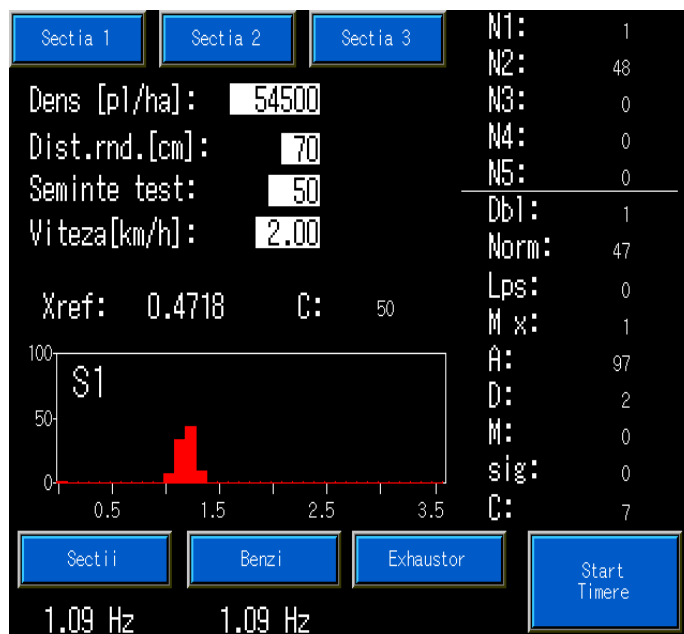


Fig. 2 - Showing results in graphical form / Afișarea rezultatelor sub formă grafică

Quality indicators calculation:

A - feeding quality index (1), where:

n_1 = number of seeds normally sown;

N' = number of theoretical intervals.

Calculul indicilor calitativi:

A - indicele de calitate a alimentării (1). în care:

n_1 = numărul semințelor normal semădate;

N' = numărul de intervale teoretice.

$$A = \frac{n_1}{N'} \times 100 [\%] \quad (1)$$

D - index of doubles (2)

where:

n_2 = number of doubles;

N' = number of theoretical intervals.

D - indicele dublelor (2)

în care:

n_2 = numărul dublelor;

N' = numărul de intervale teoretice.

$$D = \frac{n_2}{N'} \times 100 [\%] \quad (2)$$

M - gaps index (3)

where:

n_0 = number of missed nests;

N' = number of theoretical interval.

M - indicele golurilor (3)

în care:

n_0 = numărul cuiburilor lipsă;

N' = numărul de intervale teoretice.

$$M = \frac{n_0}{N'} \times 100 [\%] \quad (3)$$

Work parameters which were varied:

- working speed;
- level of seed in bunker;
- field slope.

The used seeds were corn and sunflower for which have been determined:

- granulometric profile;
- purity;
- 1000 seed mass.

Parametrii de lucru care au fost variați:

- viteza de lucru;
- nivelul de semințe în buncar;
- panta terenului.

Semințele folosite au fost porumb și floarea soarelui la care s-au determinat:

- profilul granulometric;
- puritatea;
- masa a 1000 de semințe.

RESULTS

Influence of speed work on sowing precision

Sowing precision, was determined for corn, under the following conditions:

- mass of 1000 seeds of 344 g;
- distribution disc with 16 orifices;
- depression of 340 mm H₂O height;

REZULTATE

Influența vitezei de lucru asupra preciziei de semănat

Precizia de semănat, s-a determinat pentru porumb, în următoarele condiții:

- masa a 1000 de semințe de 344 g;
- disc distribuitor cu 16 orificii;
- depresiunea de 340 mm col H₂O;

- simulated working speed: 5, 7, 9 km/h.
Measurements were made in 3 repetitions, for several slope densities per hectare, the results being shown in table 1.

- viteza de lucru simulată: 5, 7, 9 km/h.
Determinările s-au făcut în 3 repetiții, la mai multe densități ale plantelor la hectar, rezultatele fiind prezentate în tabelul 1.

Table 1 / Tabelul 1

Speed / Viteza [km/h]	Adjustable distance / Distanța reglată [cm]	Norm / Norma [plants/ha / plante/ha]	Corn sowing precision / Precizia de semănat la porumb		
			M [%]	D [%]	A [%]
5	27.8	51387	1.3	2.6	96.1
	26.5	53957	1.3	3.3	95.4
	22.9	62258	0.3	5.0	94.7
	20.9	68415	2.3	3.6	94.1
	19.9	71836	2.6	3.6	93.8
7	27.8	51387	2.3	2.6	95.1
	26.5	53957	3.6	3.0	93.4
	22.9	62258	7.3	6.6	86.1
	20.9	68415	8.6	5.0	86.4
	19.9	71836	6.3	5.0	88.7
9	27.8	51387	8.3	5.0	85.7
	26.5	53957	9.6	5.3	85.1
	22.9	62258	10.3	4.9	84.8
	20.9	68415	11.6	4.7	83.7
	19.9	71836	10.5	5.1	84.4

Sowing precision, was determined for sunflower, under the following conditions:

- mass of 1000 seeds of 67 g;
- distribution disc with 14 orifices;
- depression of 240 mm H₂O height;
- simulated working speed: 5, 7, 9 km/h.

Measurements were made in 3 repetitions, at more density values of plants per hectare, the results being shown in figure 3.

Precizia de semănat, s-a determinat pentru floarea soarelui, în următoarele condiții:

- masa a 1000 de semințe de 67 g;
- disc distribuitor cu 14 orificii;
- depresiunea de 240 mm col H₂O;
- viteza de lucru simulată: 5, 7, 9 km/h.

Determinările s-au făcut în 3 repetiții, la mai multe densități ale plantelor la hectar, rezultatele fiind prezentate în figura 3.

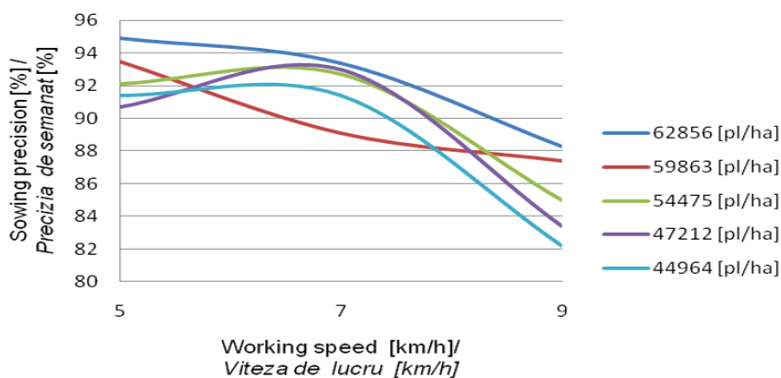


Fig. 3 - Influence of working speed on sowing precision at sunflower / Influența vitezei de lucru asupra preciziei de semănat la floarea soarelui

Hopper seed level influence on sowing precision

We studied the influence of sowing precision with the hopper loaded at 100%; 50%; 12.5% from the total volume.

Samples were carried out with seeds of corn and sunflower, at a speed of 5 km / h respectively 3 norms of plants per hectare, the results being shown in table 2 and figure 4.

Influența nivelului de semințe în buncăr asupra preciziei de semănat

S-a studiat influența preciziei de semănat cu buncărul încărcat 100%; 50%; 12,5% din volumul total.

Probele s-au efectuat cu semințe de porumb și floarea soarelui, la viteza de 5 km/h respectiv la 3 norme de plante la hectar, rezultatele fiind prezentate în tabelul 2 și figura 4.

Table 2 / Tabelul 2

Speed / Viteza [km/h]	Norm / Norma [plants/ha] / [plante/ha]	Corn sowing precision / Precizia de semănat la porumb [%]		
		Level of filling of the hopper / Nivel umplere buncar [%]		
		100	50	12.5
5	53957	95.4	93.7	92.3
	62258	94.7	94.1	92.9
	68415	94.1	93.2	91.9

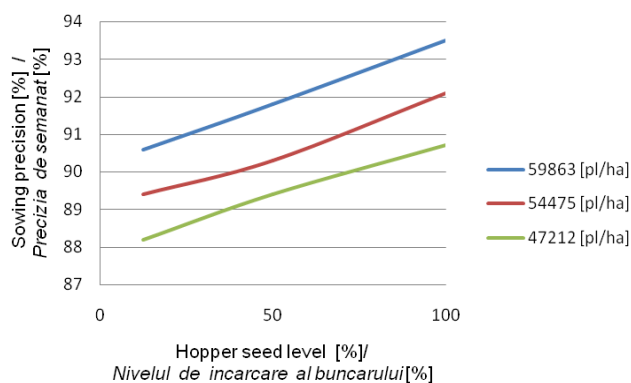


Fig. 4 - Hopper seed level influence on sowing precision for sunflower at a working speed of 5 km/h /
Influența nivelului de semințe în buncăr asupra preciziei de semănat la floarea soarelui la o viteză de lucru de 5 km/h

Slope influence on sowing precision

We studied the influence of sowing precision with slope simulation of 11° to the right.

Samples were carried out with seeds of corn and sunflower, at a speed of 5 km / h, respectively 3 norms of plants per hectare, the results being shown in table 3 and figure 5.

Influența pantei asupra preciziei de semănat

S-a studiat influența preciziei de semănat cu simularea pantei de 11° dreapta.

Probele s-au efectuat cu semințe de porumb și floarea soarelui, la viteza de 5 km/h respectiv la 3 norme de plante la hectar, rezultatele fiind afișate în tabelul 3 și figura 5.

Table 3 / Tabelul 3

Speed / Viteza [km/h]	Norm / Norma [plants/ha / plante/ha]	Corn sowing precision / Precizia de semănat la porumb [%]	
		Slope / Panta [°]	
		0	11
5	53957	95.4	88.9
	62258	94.7	88.4
	68415	94.1	89.3

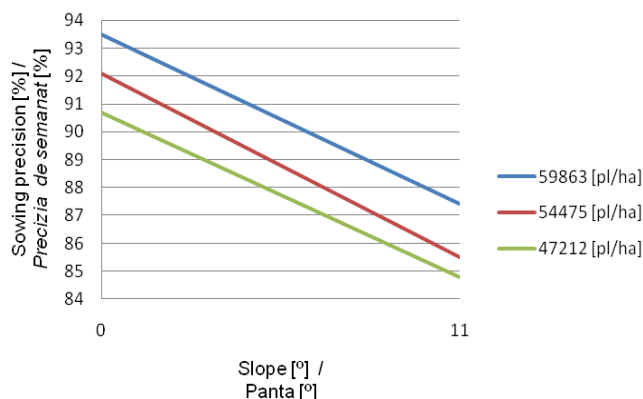


Fig. 5 - Slope influence on sowing precision for sunflower at a working speed of 5 km/h /
Influența pantei asupra preciziei de semănat la floarea soarelui la o viteză de 5 km/h

CONCLUSIONS

It is noted that at speed variation within the limits of 5-9 km/h, the sowing precision decreases with approximately 5% for each gear speed.

When the hopper is filled up to 100%, 50% and 12.5%, the sowing precision decreases by approximately 3%.

In the case of slope simulation of 11° sowing precision is reduced by approximately 7%.

An optimum seedbed preparation leads to the possibility of achieving a higher speed sowing work thus increasing productivity.

A breakthrough in sowing machines field can be achieved by improving their design by:

- An automatic adjusting of rotation speed of the shaft sections which leads to the distribution of seed disk in conjunction with the speed of the car measured by a sensor;
- Increase the capacity of hopper which would cover a large area of land in which the sowing will be performed without affecting the sowing accuracy.

CONCLUZII

Se observă că la variația vitezei în limitele 5-9 km/h precizia de semănat scade cu aproximativ 5% la fiecare treaptă de viteză.

La încărcarea buncărului în proporții de 100%, 50% și 12,5% precizia de semănat scade cu aproximativ 3%.

În cazul simulării pantei de 11° precizia de semănat scade cu aproximativ 7%.

O pregătire optimă a patului germinativ conduce la posibilitatea realizării lucrării de semănat la viteze superioare ceea ce va determina creșterea productivității.

Perfecționarea mașinilor de semănat se poate obține prin îmbunătățirea lor constructivă prin:

- reglarea automată a turației axului care antrenează discurile distribuitoare ale secțiilor de semințe în corelație cu viteza de deplasare a mașinii măsurată de un sensor;
- mărirea capacității buncărelor de semințe ceea ce ar conduce la acoperirea unei suprafețe mai mari din terenul pe care se va realiza lucrarea de semănat, fără afectarea preciziei de semănat.

REFERENCES

- [1]. Bozdoğan A.M. (2008) - *Seeding uniformity for vacuum precision seeders*, Scientia Agricola, vol. 65, no. 3, ISSN 0103-9016;
- [2]. Cârdei P., Manea D., Popescu S., Lazar S. (2011) - *Mathematical model of the distribution device operating on the mechanical-pneumatic sowing machine SDC*, INMATEH - AGRICULTURAL ENGINEERING, Vol. 34, No. 2, pg. 5-12;
- [3]. Cojocaru I., Marin E., Mateescu M., Sorică C. (2009) - *Modern technology for sowing hoeing plants using a technical equipment endowed with distribution devices for microgranulated fertilizers and insecticides*, SCIENTIFIC PAPERS (INMATEH), Vol. 29, No.3 /2009, pg. 30-35;
- [4]. Håkansson I., Voorhees W.B., Riley H. (1988) - *Vehicle and wheel factors influencing soil compaction and crop response in different traffic regimes*, Proceedings 11th Conference of ISTRO: Tillage and Traffic in Crop Production, Volume 11, Issues 3–4, Pg 239–282;
- [5]. Henriksson L., Håkansson I. (1993) - *Soil management and crop establishment*, The Sugar Beet Crop World Crop Series 1993, pg 157-177;
- [6]. Karayel D., Wiesehoff M., Ozmerzi A., Muller J. (2006) - *Laboratory measurement of seed drill seed spacing and velocity of fall of seeds using high-speed camera system*, Computers and Electronics in Agriculture, Volume 50, Issue 2, Pag. 89–96;
- [7]. Loghin F., Ene T.A., Popescu S., Căpățină I. (2010) - *Aspects regarding the influence of soil microprofile upon the dynamics of working section of grassland oversowing machine MSPD-2.5*, INMATEH - AGRICULTURAL ENGINEERING, Vol. 32, No. 3, pg. 13-20;
- [8]. Manea D., Cojocaru I., Marin E. (2009) - *Determination of the qualitative index of the equipment for microbial inoculants application*, SCIENTIFIC PAPERS (INMATEH), Vol. 27, No.1, pg. 32-38;
- [9]. Manea D., Cârdei P. (2011) - *Optimization of the distribution process of straw cereal sowing machines with centralized measuring*, INMATEH - AGRICULTURAL ENGINEERING, Vol. 34, No.2, pg. 13-22;
- [10]. Marin E., Pimă I., Manea D., Sorică C. (2009) - *Innovative technique for establishing straw cereal in sustainable system using a technical equipment with working elements for seedbed preparation and sowing*, SCIENTIFIC PAPERS (INMATEH), Vol. 29, No. 3, pag. 3-9;
- [11]. Marin E., Cojocaru I., Constantin N., Ivan M.L. (2009) - *Innovative technology for soil tillage and establishment of hoeing crops in a sustainable system , adapted to the climatic specific regions of Romania*, SCIENTIFIC PAPERS (INMATEH), Vol. 29, No. 3, pg. 16-23;
- [12]. Marin E., Sorică C., Manea D., Vezirov Z. (2010) - *Technical equipment for innovative technology of soil preparation and establishment of hoeing crops, as base of promoting sustainable agriculture*, INMATEH - AGRICULTURAL ENGINEERING, Vol. 31, No. 2, pg. 87-92;
- [13]. Marin E., Kostadinov G., Manea D., Mateescu M., Sorică C. (2011) - *Technical equipment endowed with working parts for preparing the soil and sowing straw cereals*, INMATEH - AGRICULTURAL ENGINEERING, Vol. 33, No. 1, pg. 5-12;
- [14]. Yazgi A., Degirmencioglu A. (2007) - *Optimization of the seed spacing uniformity performance of a vacuum-type precision seeder using response surface methodology*, Biosystems Engineering, Volume 97, Issue 3, pg. 347-356;
- [15]. Zhan Z., Yaoming L., Jin Ch., Lizhang X. (2010) - *Numerical analysis and laboratory testing of seed spacing uniformity performance for vacuum-cylinder precision seeder*, Biosystems Engineering, Volume 106, Issue 4, Pg. 344–351

BIBLIOGRAFIE

- [1]. Bozdoğan A.M. (2008) - *Uniformitatea de semănat pentru o semănătoare de precizie cu vacuum*, Științe Agricole, vol. 65, nr. 3, ISSN 0103-9016;
- [2]. Cârdei P., Manea D., Popescu S., Lazar S. (2011) - *Mathematical model of the distribution device operating on the mechanical-pneumatic sowing machine SDC*, INMATEH - AGRICULTURAL ENGINEERING, Vol. 34, No. 2, pag. 5-12;
- [3]. Cojocaru I., Marin E., Mateescu M., Sorică C. (2009) - *Tehnologie modernă pentru semănatul plantelor prășitoare care utilizează un echipament tehnic prevăzut cu aparate de distribuție a îngrășămintelor și insecticidelor sub formă de microgranule*, LUCRĂRI ȘTIINȚIFICE (INMATEH), vol. 29, nr.3 /2009, pag. 30-35;
- [4]. Håkansson I., Voorhees W.B., Riley H. (1988) – *Factorii vehiculelor și roților care influențează compactarea solului și comportarea culturilor în diferite regimuri de trafic*, Conferința ISTOR 11: Cultivarea și traficul în producția agricolă, Volumul 11, nr. 3-4, Paginile 239-282;
- [5]. Henriksson L., Håkansson I. (1993) – *Managementul solului și stabilirea culturilor*, Cultura mondială a sfecelei de zahăr 1993, pp 157-177;
- [6]. Karayel D., Wiesehoff M., Ozmerzi A., Muller J. (2006) - *Măsurarea în laborator a spațiului dintre semințe la semănat și a vitezei de cădere a semințelor utilizând camere de mare viteză*, Calculatoare și Electronică în Agricultură, vol. 50, nr. 2, pag. 89-96;
- [7]. Loghin F., Ene T.A., Popescu S., Căpățină I. (2010) - *Model matematic al procesului de lucru efectuat de aparatul de distribuție al semănătorii mecano-pneumatice SDC*, INMATEH - AGRICULTURAL ENGINEERING, vol. 32, nr. 3, pag. 13-20;
- [8]. Manea D., Cojocaru I., Marin E. (2009) - *Determinarea indicilor calitativi de lucru ai echipamentului pentru aplicat inoculanți microbieni*, LUCRĂRI ȘTIINȚIFICE (INMATEH), vol. 27, nr. 1, pag. 32-38;
- [9]. Manea D., Cârdei P. (2011) - *Optimizarea procesului de distribuție al semănătorilor de cereale păioase cu dozare centralizată*, INMATEH - AGRICULTURAL ENGINEERING, vol. 34, nr. 2, pag. 13-22;
- [10]. Marin E., Pimă I., Manea D., Sorică C. (2009) - *Tehnică inovativă de înființare a cerealelor păioase în sistem durabil care utilizează un echipament tehnic cu organe de lucru pentru pregătirea patului germinativ și semănat*, LUCRĂRI ȘTIINȚIFICE (INMATEH), vol. 29, nr. 3, pag. 3-9;
- [11]. Marin E., Cojocaru I., Constantin N., Ivan M.L. (2009) - *Tehnologie inovativă de lucrarea solului și înființarea culturilor de plante prășitoare în sistem durabil, adaptată la condițiile pedoclimatice specifice regiunilor din România*, LUCRĂRI ȘTIINȚIFICE (INMATEH), vol. 29, nr. 3, pag. 16-23;
- [12]. Marin E., Sorică C., Manea D., Vezirov Z. (2010) - *Echipament tehnic destinat tehnologiei inovative de lucrare a solului și înființare a culturilor de prășitoare, bază a promovării agriculturii durabile*, INMATEH - AGRICULTURAL ENGINEERING, vol. 31, nr. 2, pag. 87-92;
- [13]. Marin E., Kostadinov G., Manea D., Mateescu M., Sorică C. (2011) - *Echipament tehnic cu organe de lucru pentru pregătirea solului și semănat cereale păioase*, INMATEH - AGRICULTURAL ENGINEERING, Vol. 33, No. 1, pag. 5-12;
- [14]. Yazgi A., Degirmencioglu A. (2007) - *Optimizarea uniformității de distribuție a unei semănători de plante prășitoare cu vacuum utilizând metoda de răspuns a suprafeței*, Ingineria Biosistemelor, vol. 97, nr. 3, pag. 347-356;
- [15]. Zhan Z., Yaoming L., Jin Ch., Lizhang X. (2010) – *Analiza numerică și testarea în laborator a performanțelor cilindrilor de vacuum ai semănătorilor de precizie privind uniformitatea distanțelor între semințe*, Volumul 106, Ediția 4, pag. 344–351.