

CZU 631.331.81

ARGUMENTAREA EXPERIMENTALĂ A PRINCIPALILOR PARAMETRI AI BRĂZDARELOR SEMĂNĂTOARELOR DE PRECIZIE

Boris NAZAR*Universitatea Agrară de Stat din Moldova*

Abstract. This paper summarizes the results of experimental researches carried out in order to determine the influence of structural and functional parameters of experimental ploughshares where the inclination angle of the leading edge to the horizontal angle is of 71° and 90° on the traction parameter, as well as those of standard ploughshares used in the construction of prototype seeders. Based on the experimental results, regression functions were obtained, which determine the link between the response function (traction parameter) and influencing factors (X_1 – work speed (V), in m/s and X_2 – working depth (a), in cm). The study of response areas performed by their sectioning using parallel planes with the coordinate system X_1OX_2 allowed to establish the optimum operating regimes of the ploughshares and that the experimental ploughshare, where the inclination angle of the leading edge to the horizontal angle is of 71° , in optimum operating conditions, has the traction resistance by 12-15% lower than standard ploughshares.

Key words: Seeder; Ploughshare; Technological process; Technological parameter; Traction resistance.

Rezumat. Prezentul articol prezintă o sinteză a rezultatelor cercetărilor experimentale efectuate cu scopul de a determina influența asupra tracțiunii a parametrilor constructivi și funcționali ai brăzdarelor experimentale cu unghiul de înclinație a muchiei anterioare față de planul orizontal de 71° și de 90° , precum și ai brăzdarului standard utilizat în construcția semănătorii prototip. În baza rezultatelor experimentale s-au obținut funcțiile de regresie, care determină legătura dintre funcția de răspuns (parametrul de tracțiune) și factorii de influență (X_1 -viteza de lucru (V), în m/s, și X_2 -adâncimea de lucru (a), în cm). Studiul suprafețelor de răspuns, realizat prin secționarea acestora cu planuri paralele cu sistemul de coordonate X_1OX_2 a permis să stabilim regimurile optime de funcționare a brăzdarelor, precum și faptul că brăzdarul experimental cu unghiul de înclinație a muchiei anterioare de 71° în regimul optimal de funcționare exercită o rezistență la tracțiune cu 12...15 % mai mică decât brăzdarul standard.

Cuvinte-cheie: Semănătoare; Brăzdar; Proces tehnologic; Parametru tehnologic; Rezistență la tracțiune.

INTRODUCERE

Dezideratul unei agriculturi durabile impune, pentru asigurarea securității alimentare a populației, depunerea de eforturi substanțiale și în domeniul mașinilor de semănat. Aceasta înseamnă realizarea unor echipamente tehnice performante, caracterizate printr-o construcție compactă și robustă, cu o fiabilitate ridicată. În acest sens, cercetătorii și producătorii de mașini de semănat s-au orientat spre realizarea unor mașini care să poată efectua semănatul în condiții optime conform cerințelor agrotehnice, la o varietate cât mai mare de culturi agricole. Analizând literatura de specialitate și evoluția realizărilor pe plan național ale firmelor constructoare de mașini de semănat, se constată un deficit în implementarea noilor soluții constructive, introduse deja pe plan mondial (cutia de viteze cu funcționare în impulsuri, asistarea electronică a procesului de lucru, sistemul de configurare și trasare a cărărilor tehnologice, ghidarea și monitorizarea indicilor funcționali prin GPS etc.).

MATERIAL ȘI METODĂ

Ca material de cercetare sunt folosite piesele de încorporare cu care sunt dotate mașinile pentru semănatul culturilor prășitoare.

Pentru realizarea obiectivelor s-a recurs la modul de aproximare matematică, care este utilizat în practica cercetărilor experimentale a tehnicii agricole, având forma unui polinom de ordinul doi:

$$y = b_0 + b_1x_1 + b_2x_2 + b_{12}x_1x_2 + b_{11}x_1^2 + b_{22}x_2^2, \quad (1)$$

în care $b_0, b_1, b_2, b_{12}, b_{11}, b_{22}$ reprezintă coeficienții ecuației de regresie.

Coeficienții funcției de regresie s-au determinat în baza unui experiment multifactorial. Matricea-program a experimentului a fost elaborată conform planului bifactorial (Voznesenskiĭ, V.A. 1981). În

baza rezultatelor prelucrării experimentale au fost determinați coeficienții de regresie, iar după estimarea valorilor coeficienților (coeficienții se consideră valoroși dacă valoarea lor absolută este mai mare decât valoarea intervalului de încredere, determinată pentru fiecare coeficient) s-au obținut următoarele modele regresionale:

” pentru brăzdarul standard

$$y = 20,68 + 0,91x_1 + 0,62x_2 + 0,45x_1x_2 - 0,7x_1^2 - 0,87x_2^2; \quad (2)$$

” pentru brăzdarul experimental cu unghiul $b=71^\circ$

$$y = 18,32 + 0,61x_1 + 0,38x_2 + 0,19x_1x_2 - 0,28x_1^2 - 0,43x_2^2; \quad (3)$$

” pentru brăzdarul experimental cu unghiul $b=90^\circ$

$$y = 20,53 + 1,2x_1 + 5,41x_2 + 1,15x_1x_2 + 2,33x_2^2; \quad (4)$$

$$\text{în care } x_1 = V - 2, \quad x_2 = \frac{a - 6}{2};$$

V – viteza de lucru, în m/s ;

a – adâncimea de lucru, în cm.

REZULTATE ȘI DISCUȚII

Studiul suprafețelor de răspuns a fost examinat prin secționarea acestora cu planuri paralele cu sistemul de coordonate X_1OX_2 . Pentru aceasta, cu ajutorul transformărilor matematice cunoscute (Bronștein, I.N. 1981), ecuațiile de regresie obținute au fost aduse la forma canonică.

Ecuatiile de regresie în formă canonică sunt:

” pentru brăzdarul standard

$$21,3 - Y = 0,54X_1^2 + 1,03X_2^2 \quad (5)$$

Centrul noului sistem de coordonate este caracterizat prin: $X_1=0,85$, $X_2=0,62$, $Y_s=21,3$ kgf, $\alpha=35^\circ$. Suprafața de răspuns reprezintă un elipsoid, centrul căruia exprimă valoarea maximală a funcției de răspuns cunoscute (Bronștein, I.N. 1981).

” pentru brăzdarul experimental cu unghiul $b=71^\circ$

$$18,87 - Y = 0,23X_1^2 + 0,48X_2^2 \quad (6)$$

Centrul noului sistem de coordonate este caracterizat prin: $X_1=1,34$, $X_2=0,742$, $Y_s=18,87$ kgf, $\alpha=26^\circ$. Suprafața de răspuns reprezintă un elipsoid, centrul căruia exprimă valoarea maximală a funcției de răspuns.

” pentru brăzdarul experimental cu unghiul $b=90^\circ$

$$Y - 17,8 = 2,46X_1^2 - 0,13X_2^2 \quad (7)$$

Centrul noului sistem de coordonate este caracterizat prin: $X_1=-1,0$, $X_2=-0,5$, $Y_s=17,80$ kgf, $\alpha=-13^\circ$. Suprafața de răspuns reprezintă un hiperboloid parabolic, centrul căruia exprimă valoarea minimală a funcției de răspuns.

În baza ecuațiilor 5, 6 și 7 s-a realizat reprezentarea grafică a funcțiilor de răspuns pentru diferite secțiuni ale suprafețelor de răspuns (fig. 1).

Pentru brăzdarul standard și cel experimental cu unghiul $b=71^\circ$, coeficienții din ecuațiile 5 și 6 au valori negative, ceea ce înseamnă că centrele acestor suprafețe (Y_s^{\max}) au valori maxime. La brăzdarul experimental cu unghiul $b=90^\circ$, coeficienții ecuației au semne diferite, deci centrul suprafeței de răspuns Y_s este un punct de sa. În baza diagramei reprezentate în figura 1 constatăm că centrul suprafeței de răspuns la brăzdarul standard se află în interiorul variației factorilor de influență. La brăzdarul experimental cu unghiul $b=71^\circ$, centrul suprafeței de răspuns se află în apropiere de valoarea factorului $X_1=+1$, iar la brăzdarul experimental cu unghiul $b=90^\circ$ centrul suprafeței de răspuns se află la granița valorii factorului $X_1=-1$. Acest fapt ne confirmă corectitudinea alegerii intervalului de variație a factorilor de răspuns, care cuprinde valorile reale la toate trei tipuri de brăzdar.

Analizând diagrama de variație a funcțiilor de răspuns putem constata de asemenea că:

† la brăzdarul experimental cu unghiul $b=71^\circ$, influența comună a factorilor (X_1 și X_2) determină

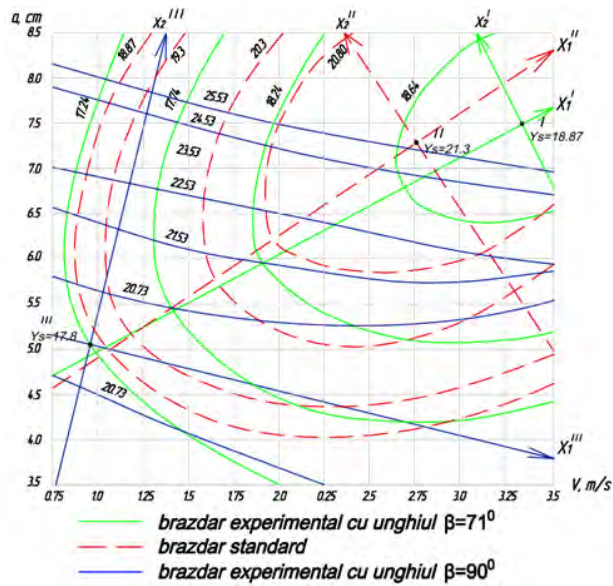


Figura 1. Diagrama de variație a funcțiilor de răspuns

valoarea extremă (maximală) a indicelui energetic, la valorile $V=12$ km/h și $a=7,5$ cm. Deci atât la deplasarea în sus pe direcția axei X_1^I , cât și la deplasare în jos putem găsi combinații ale valorilor X_1 și X_2 , la care indicele energetic se micșorează. La deplasarea în jos observăm micșorarea indicelui energetic, însă se reduce și factorul (X_1), care micșorează productivitatea agregatului. Deplasarea în sus pe axa X_1^I ar fi binevenită atât din punct de vedere energetic, cât și din perspectiva productivității agregatului, însă se încalcă cerințele agrotehnice în partea ce ține de calitatea lucrării, deoarece dirijarea agregatului la viteze $V>12$ km/h devine fizic dificilă. Acest lucru ar fi posibil numai într-un sistem automat de dirijare a agregatului. Modificarea valorii factorului X_2 este determinată de cerințele agrotehnice (factori determinanți) și mai puțin de schimbarea indicelui energetic;

† rezistența brăzdarului experimental cu unghiul $b=71^\circ$, în intervalul adâncimii de lucru de 4-8 cm, la viteza la care se obține rezistența maximală (3,34 m/s), se mărește cu 7%;

† la brăzdarul standard, influența comună a factorilor (X_1 și X_2) determină valoarea extremă (maximală) a indicelui energetic la valorile $V=10,26$ km/h și $a=7,24$ cm. Ca și la brăzdarul experimental cu unghiul $b=71^\circ$, atât la deplasarea în sus pe direcția axei X_1^{II} , cât și la deplasarea în jos putem găsi combinații ale factorilor de influență la care rezistența la tracțiune se micșorează și acest lucru este binevenit în limita vitezei $V=10-12$ km/h. În centrul suprafeței de răspuns rezistența brăzdarului standard este cu aproximativ 15% mai mare decât rezistența brăzdarului experimental cu unghiul $b=71^\circ$;

† rezistența brăzdarului standard în intervalul adâncimii de lucru de 4-8 cm și la viteza de 2,85 m/s crește cu 11%. Deci mărirea adâncimii de lucru influențează rezistența acestui brăzdar mai mult decât pe cea a brăzdarului experimental cu unghiul $b=71^\circ$;

† la brăzdarul experimental cu unghiul $b=90^\circ$, influența comună a factorilor (X_1 și X_2) determină valoarea extremă (minimală) a indicelui energetic la valorile $V=3,6$ km/h și $a=5$ cm. La acest brăzdar, deplasarea în stânga pe direcția axei X_1^{III} și deplasarea în jos pe direcția axei X_2^{III} demonstrează valori nerezabile ale factorilor de influență, ceea ce face inutilă examinarea acestei zone. Deplasarea în dreapta pe direcția axei X_1^{III} determină o schimbare descendentă a indicatorului energetic, adică influența factorului X_1 asupra indicelui energetic scade odată cu mărirea vitezei. La menținerea adâncimii de lucru în limita vitezei de lucru 1,0-3 m/s se observă o creștere a rezistenței de până la 6%. O creștere mai esențială a rezistenței se constată la deplasarea în sus pe direcția axei X_2 , ceea ce presupune că acest factor este cu mult mai influent decât factorul X_1 . Rezistența brăzdarului experimental cu unghiul $b=90^\circ$ în centrul suprafeței de răspuns a brăzdarului standard este mai mare cu aproximativ 20% decât rezistența acestuia din urmă și cu 35% mai mare decât rezistența brăzdarului cu unghiul $b=71^\circ$;

† rezistența brăzdarului experimental cu unghiul $b=90^\circ$ în intervalul adâncimii de lucru de 4-8 cm crește cu 35%;

† în centrul suprafeței de răspuns a brăzdarului experimental cu unghiul $b=71^\circ$ rezistența lui este cu 10% mai mică decât rezistența brăzdarului standard și cu 29% mai mică decât rezistența brăzdarului experimental cu unghiul $b=90^\circ$.

Parametrii tehnologici care determină calitatea procesului de lucru a unei semănători sunt: uniformitatea de încorporare a semințelor, uniformitatea de repartizare a semințelor pe rând, precum și stabilitatea normei de însămânțare. Dacă uniformitatea de repartizare a semințelor pe rând și stabilitatea normei de însămânțare depind în cea mai mare măsură de construcția aparatelor de distribuție și de viteza de lucru, uniformitatea de încorporare a semințelor în sol depinde într-o măsură mai mare de construcția și stabilitatea de funcționare a brăzdarelor. În procesul de funcționare a unui agregat de semănat, variația rezistenței solului și a reliefului

câmpului provoacă oscilația secției brăzdarelor în planul longitudinal-vertical, iar aceasta duce la o funcționare nestabilă a brăzdarelor. Odată cu majorarea vitezei de lucru a agregatului se intensifică și procesul oscilatoriu al brăzdarelor. Creșterea amplitudinii oscilațiilor în planul longitudinal-vertical înrăutățește procesul de încorporare a semințelor în sol. Pentru calitatea procesului de însămânțare indicele energetic este mai puțin semnificativ decât uniformitatea adâncimii de încorporare a semințelor în sol. Un obiectiv al cercetărilor experimentale este studiul procesului de funcționare a brăzdarelor prin prisma factorului stabilitate. Pentru aceasta s-au determinat caracteristicile numerice și caracteristicile probabile ale proceselor de funcționare la brăzdarele studiate (Lur'e, A.B. 1981). Caracteristicile numerice ale procesului de funcționare, reieșind din oscilogramele de înregistrare a variației rezistenței la tracțiune a brăzdarelor, sunt prezentate în tabelul 1, iar curbele densității spectrale ale proceselor de funcționare ale brăzdarelor sunt prezentate în figurile 2, 3 și 4.

În baza caracteristicilor numerice (tab. 1) putem constata că brăzdarele experimentale funcționează mai stabil decât brăzdarul standard, influența procesului oscilatoriu fiind mai mare în cazul brăzdarului standard. Faptul dat se explică prin reducerea până la zero, practic, a componentei verticale a forței rezultante ce acționează asupra brăzdarului experimental cu unghiul $\beta=71^\circ$. Brăzdarele experimentale cu unghiul $\beta=90^\circ$ funcționează mai stabil decât brăzdarele experimentale cu unghiul $\beta=71^\circ$ și asigură o adâncime de încorporare a semințelor în sol mai uniformă. Funcționarea mai stabilă a brăzdarelor experimentale cu $\beta=90^\circ$ se explică și prin aceea că la aceste brăzdare componenta verticală a forței rezultante este îndreptată în sensul adâncirii brăzdarului, ceea ce înseamnă că eforturile verticale care apasă brăzdarul în jos compensează variația factorilor externi, care provoacă oscilații periodice în plan longitudinal – vertical.

Analizând caracterul curbelor densității spectrale (fig. 2, 3, 4) putem confirma că procesele de funcționare a brăzdarelor sunt absolut identice cu procesele, care se caracterizează prin semnale aleatorii cu spectrul energetic de bandă îngustă (Bendat, Dž., Pirsol A. 1974) și deci sunt variabile aleatorii Gaussiene. Aceasta se explică prin prezența în curba densității spectrale a unui vârf îngust, care determină frecvența la care puterea dispersiei este maximală. Deoarece vârful îngust are o curbă continuă netedă, putem confirma cu certitudine că avem a face cu procese armonice care sunt influențate de factori periodici.

Prezența mai multor module în curbele densității spectrale (cu excepția modulului determinat de puterea maximală a dispersiei) se datorează vibrațiilor secției brăzdarelor și influenței altor factori parazitari. Analizând caracterul curbelor densității spectrale, putem confirma că

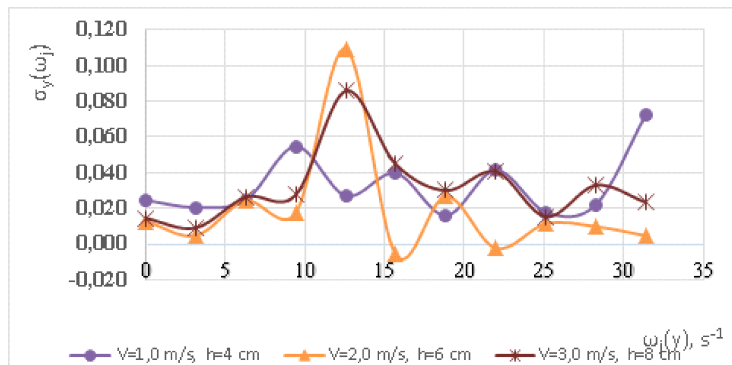


Figura 2. Reprezentarea grafică a funcției densității spectrale normate a procesului de funcționare a brăzdarului standard (pentru trei regimuri de lucru)

Tabelul 1. Caracteristicile numerice ale proceselor de funcționare a brăzdarelor cercetate

Tipul brăzdarului	Regimul de lucru	m_y	σ_y	V_y	A_y	E_y
Standard	V=3m/s, h=8cm.	21,24	4,07	19,15%	0,33	1,88
	V=2m/s, h=6cm.	20,67	4,2	20%	0,22	1,63
	V=1m/s, h=4cm.	17,34	2,27	13%	-0,16	1,82
Experimental $\beta=71^\circ$	V=3m/s, h=8cm.	19,31	3,19	17%	0,16	2,05
	V=2m/s, h=6cm.	17,76	2,68	15%	-0,25	1,88
	V=1m/s, h=4cm	16,32	2,71	17%	-0,1	1,90
Experimental $\beta=90^\circ$	V=3m/s, h=8cm.	29,02	3,52	12%	0,14	1,72
	V=2m/s, h=6cm.	19,86	2,74	14%	0,06	1,81
	V=1m/s, h=4cm	17,72	2,64	15%	0,1	1,99

Legendă: m_y – Speranța matematică, σ_y – Abaterea medie pătratică, V_y – Coeficientul de variație, A_y – Coeficientul de asimetrie, E_y – Coeficientul de boltire.

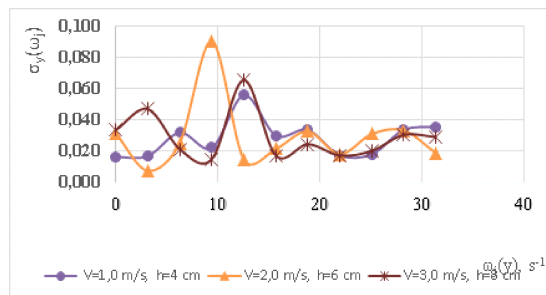


Figura 3. Reprezentarea grafică a funcției densității spectrale normale a procesului de funcționare a brăzdarului experimental cu unghiul $b=71^\circ$ (pentru trei regimuri de lucru)

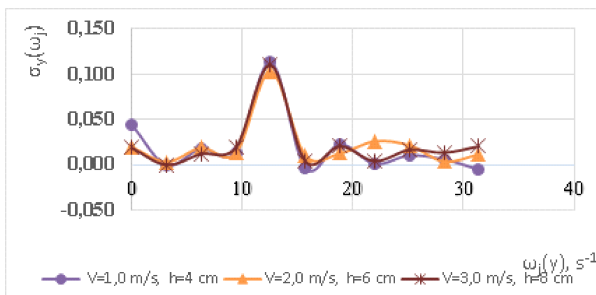


Figura 4. Reprezentarea grafică a funcției densității spectrale normale a procesului de funcționare a brăzdarului experimental cu unghiul $b=90^\circ$ (pentru trei regimuri de lucru)

brăzdarul standard funcționează mult mai instabil decât brăzdarele experimentale și că adâncimea de încorporare a semințelor la acest brăzdar nu satisface cerințele agrotehnice la semănatul culturilor prășitoare.

CONCLUZII

1. În intervalul adâncimii de lucru de 4-8 cm rezistența brăzdarelor la tracțiune crește după cum urmează: la brăzdarul standard – cu 11%, la brăzdarul experimental cu unghiul $b=71^\circ$ – cu 7%, la brăzdarul experimental cu unghiul $b=90^\circ$ – cu 35%.

2. Centrul suprafeței funcției de răspuns a brăzdarului experimental cu unghiul $b=71^\circ$ se caracterizează prin valorile factorilor de influență: $V=12$ km/h și $a=7,5$ cm. La aceste valori, rezistența brăzdarului experimental cu unghiul $b=71^\circ$ este mai mică cu 10% decât rezistența brăzdarului standard și cu 29% mai mică decât rezistența brăzdarului experimental cu unghiul $b=90^\circ$.

3. S-a constatat că la variația vitezei de lucru în limitele 1-3 m/s rezistența brăzdarului experimental cu unghiul $b=71^\circ$ este mai mică cu 12-15% decât rezistența brăzdarului standard.

4. Odată cu majorarea unghiului de înclinație a muchiei brăzdarului în limitele $b=30^\circ-90^\circ$ se mărește stabilitatea de funcționare a brăzdarului și gradul de uniformitate a încorporării semințelor în sol.

REFERINȚE BIBLIOGRAFICE

1. BENDAT, Dž., PIRSOL, A. (1974). Izmerenie i analiz slučajnyh processov. Moskva: Mir. 450 s.
2. BRONŠTEIN, I.N. (1981). Spravočnik po matematike. Moskva: Nauka. 720 s.
3. LUR'E, A.B., NAGORSKIJ, S.I., OZEROV, V.G. (1979). Modelirovanie sel'skohozâjstvennyh agregatov i ih sistem upravleniâ. Leningrad: Kolos. 312 s.
4. LUR'E, A.B. (1981). Statističeskaâ dinamika sel'skohozâjstvennyh agregatov. Leningrad: Kolos. 400 s.
5. VOZNESENSKIJ, V.A. (1981). Statističeskie metody planirovaniâ eksperimenta v tehniko-čkonomičeskih issledovaniâh. V: Finansy i statistika. Moskva. 249 s.

Data prezentării articolului: 31.10.2016

Data acceptării articolului: 12.12.2016