

EXPERIMENTAL ARGUMENTATION OF PRESS PARAMETERS FOR SQUEEZING JUICE FROM PLANT STEMS

ARGUMENTAREA EXPERIMENTALĂ A PARAMETRILOR PRESEI PENTRU STOARCEREA SUCULUI DIN TULPINILE PLANTELOR

Assoc.Coresp. Mem. of MSA, PhD.Eng. Hăbășescu I., PhD.Eng. Cerempei V., Eng. Balaban N.

Institute of Agricultural Machinery „Mecagro”, Chisinau / Moldova
Tel: (37322) 49-21-31, 44-00-87 E-mail: institut@mecagro.md, www.mecagro.md

Abstract: This paper presents the obtained results of experimental research from the squeezing juice process from sweet sorghum stems. Mathematical models have allowed to obtain optimized values of functional press with rollers parameters: in the original game from the squeezing force passage of pressing speed rollers.

Keywords: plant stems, press rollers, squeezing, juice, parameters, mathematical models, optimization

INTRODUCTION

The theoretical argument veracity of the squeezing juice parameters from the press plant stems can be confirmed by experimental research. However, existing sources of information [2, 4, 6, 7, 8, 9] do not contain virtually experimental data on the effective values of the press parameters for squeezing juice. The aim of this paper is argumentation of the experimental parameters for optimization press resulted as mechanical juice extraction from sweet sorghum stems.

MATERIAL AND METHOD

In paper [1] are being described the design scheme and general technical parameters of the mills with rollers, but there are missing the calculation method and argumentation technological parameter process of mechanical squeezing the juice. Therefore, were calculated, taking into account, the theoretical and constructive technological parameter recommendations.

Subsequently, to obtain optimal values of the s game in the squeezing passage, pressing force P and n speeds of rollers were measured the degree of juicing GE , Q_{mv} productivity and power consumption N . Preliminary research results have allowed to assume the existence of nonlinearity response function and the existence of reciprocity factor interaction.

For this reason it was used a plan B_3 (Box-Benkin)[3].

Varying levels of factors are shown in Table 1, where X_1 - initial game in spin passage, mm; X_2 - Pressing force, P , kN; X_3 - Speeds rollers n , min^{-1} .

For researches were used and chopped whole stems of sorghum, defoliated without panicles, with humidity of 71% and mass fraction of 12% sugar juice. The press was uniform fed with strains, providing the required values of the factors.

Rezumat: În lucrare sunt prezentate rezultatele cercetărilor experimentale ale procesului de stoarcere a sucului din tulpinile sorgului zaharat. Modelele matematice obținute au permis optimizarea valorilor ale parametrilor funcționali ai preseii cu tăvălugi: jocului inițial în pasajul de stoarcere, forței de presare, turațiilor tăvălugilor.

Cuvinte cheie: tulpinile plantelor, presa cu tăvălugi, stoarcere, suc, parametrii, modele matematice, optimizare

INTRODUCERE

Veridicitatea argumentării teoretice a parametrilor preseii pentru stoarcerea sucului din tulpinile plantelor poate fi confirmată prin cercetări experimentale. Însă sursele existente de informație [2, 4, 6, 7, 8, 9] practic nu conțin date experimentale privind valorile eficiente ale parametrilor preseii pentru stoarcerea sucului.

Prin urmare, scopul prezentei lucrări este argumentarea experimentală și optimizarea parametrilor preseii, destinate stoarcerii mecanice a sucului din tulpinile de sorg zaharat.

MATERIAL ȘI METODĂ

În lucrarea [1] sunt descrise schema constructivă și parametrii tehnici cu caracter general ale preselor cu tăvălugi, însă lipsesc metodică calculării și argumentarea parametrilor tehnologici ai procesului de stoarcere mecanică a sucului. De aceea, ținând cont de recomandări teoretice, au fost calculați parametrii tehnologici și constructivi. Ulterior pentru obținerea valorilor optime ale jocului s în pasajul de stoarcere, forței de presare P , turațiilor n ale tăvălugilor au fost măsurati gradul de extragere a sucului GE , productivitatea Q_{mv} , puterea consumată N . Rezultatele cercetărilor prealabile permit a presupune existența nelinearității a funcției de replică și existența acțiunilor reciproce ale factorilor.

Din această cauză a fost folosit plan B_3 (Box-Benkin) [3].

Niveluri de variere ai factorilor sunt prezentați în tabel 1, unde X_1 - jocul inițial în pasajul de stoarcere, mm; X_2 - forța de presare, P , kN; X_3 - turațiile tăvălugilor n , min^{-1} . Pentru cercetări au fost utilizate tulpinile întregi și tocate ale sorgului zaharat, defoliate și fără panicle, cu umiditatea 71% și fracția masică a zahărului în suc 12%. Presa a fost alimentată uniform cu tulpini, asigurând valorile necesare ale factorilor.

Table 1

Levels of factor variation (plan B_3)

Levels	Code	Factor values		
		X_1 [mm]	X_2 , [kN]	X_3 [min^{-1}]
Base	0	6.5	120	11
Superior	+1	10.0	150	15
Inferior	-1	3	90	7
Interval	-	3.5	30	4

The research have been performed on the press model with 3 rollers (Figure 1 a), the exploitation tests - on the technological line for processing sorghum, which comprises 3 blocks for compression (figure 1, b, c).

The model machine for squeezing juice (Figure 1 a) includes hopper container 1, block 2 with two power rollers and crushing strains, transporter 3, block 4 with three pressed rollers, operating mechanism 5 and guidance system 6.

Cercetările au fost efectuate pe macheta presei cu 3 tăvălugi (fig.1, a), încercările de exploatare – pe linia tehnologică pentru procesarea sorgului zaharat, care include 3 blocuri de presare (fig.1, b,c).

Macheta utilajului pentru stoarcerea sucului (fig.1, a) include buncărul recipient 1, blocul 2 cu doi tăvălugi de alimentare și strivire a tulpinilor, transportorul 3, blocul de presare 4 cu trei tăvălugi, mecanismul de acționare 5, sistemul de dirijare 6.

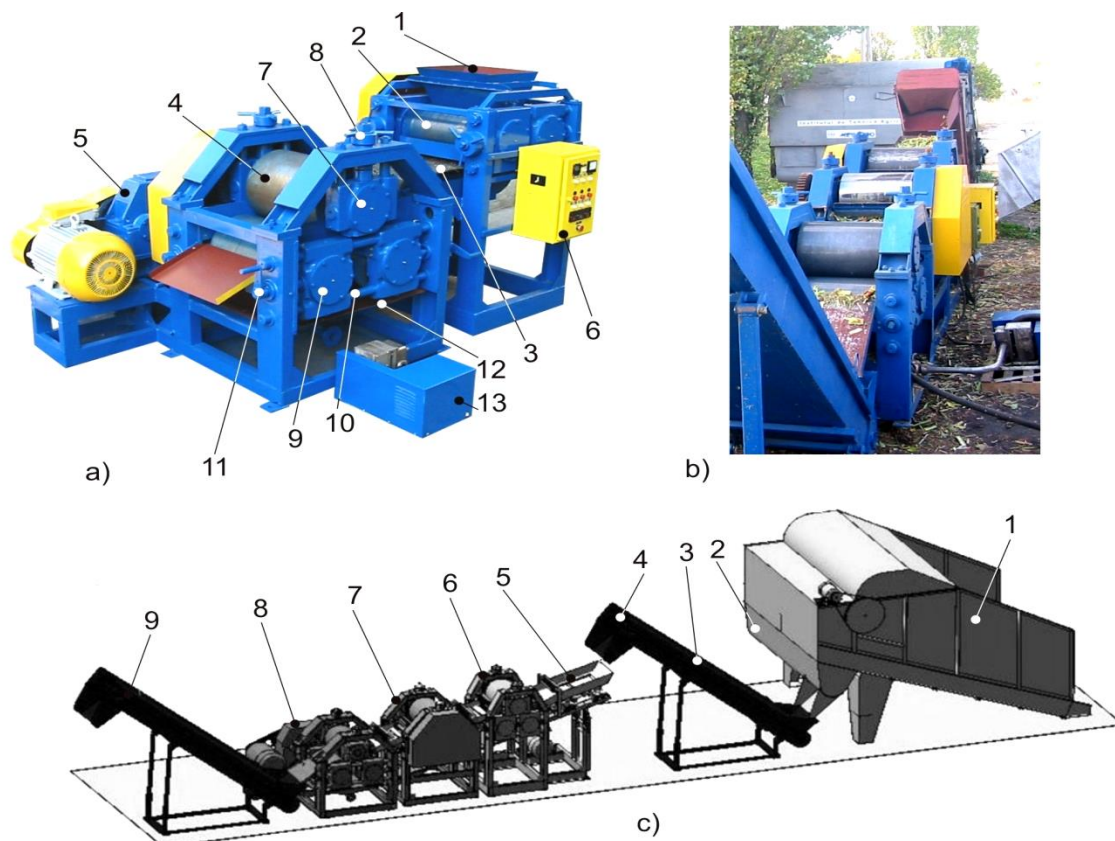


Fig.1 - Equipment ITA „Mecagro” for pressing sweet sorghum

a - model press (1 – hopper container, 2 – the power supply, 3 – transporter, 4 – pressing block, 5 – mechanism of action, 6 – routing system, 7, 9 – bearings, 8 – nuts, 10 – the guide rods, 11 – screw, 12 – container, 13 – pump);
b,c – technological line (1 – receiving aggregate, 2 – conveyer -slug, 3 – feed conveyor, 4 – aerodynamics separator, 5 – dispenser vibrant, 6,7,8, - presses rollers, 9 – scraper conveyor)

In the pressing block 4 of the upper pressure roller is being placed on two bearings 7, each one of those being installed on two vertical guide rods. On the superior side 7 of the bearings operate arc-disc collection camps which are being adjusted with nuts 8. Each of the following rollers is installed on two bearings 9, mobile mounted horizontally with guide rods 10.

Adjusting the clearance between rollers is obtained by moving the lower rollers on the guide lines with the help of screw mechanisms 11. The speed control is performed by changing the gear ratio and electric frequency current with the help of an inverter. Squeezed juice accumulates in the vessel 12, where it is discharged with pump 13.

The technology line for squeezing juice from sweet sorghum is composed by (Figure 1, b, c) the aggregate 1 (Volum-15 m³) for the reception and distribution of raw materials, worm - conveyor 2, power scraper system conveyor 3, aerodynamic separator 4, vibrant dispenser 5, press 6, 7, 8 with three rollers each for squeezing juice, discharge conveyor 9 for evacuating and putting in transport vehicles.

În blocul de presare 4 tăvălugul superior este amplasat pe două lagăre 7, fiecare din acestea fiind instalat pe două tije verticale de ghidare. Pe partea superioară a lagărelor 7 acționează arc-discuri, strângerea cărora este reglată cu piulițe 8. Fiecare din tăvălugii de jos este instalat pe două lagăre 9, montate mobil pe tije orizontale de ghidare 10.

Reglarea jocului dintre tăvălugi se obține prin deplasarea tăvălugilor inferiori pe ghidaje cu ajutorul mecanismelor cu șurub 11. Reglarea turațiilor tăvălugilor de presare se efectuează prin schimbarea raportului de transmisie și a frecvenței curentului electric cu ajutorul invertorului. Sucul stors se acumulează în recipientul 12, de unde este evacuat cu pompa 13.

Linia tehnologică pentru stoarcerea sucului din sorg zaharat are în componența sa (fig.1, b,c) agregat 1 (Volum-15 m³) pentru recepția și distribuția materiei prime, transportor-melc 2, transportor de alimentare cu raclete 3, separator aerodinamic 4, dozator vibrant 5, prese 6, 7, 8 cu trei tăvălugi fiecare pentru stoarcerea sucului, transportor 9 pentru evacuarea bagasei în mijloace de transport.

During the experiments, there have been determined the squeezing degree (extraction) of juice GE , productivity Q_{mv} , specific energy consumption C_e depending on the pressure force P , the clearance between rollers s and rollers rotation speed n , various laden conditions of G_i press, how fragmented passages strains go forward into spin (longitudinal, transverse, mixed).

The squeezing juice was determined using the formula:

$$GE = \frac{m_s}{m_v} \cdot 100\% = \frac{m_v - m_b}{m_v} \cdot 100\%, \quad (1)$$

where: m_v - the amount of green mass, kg;
 m_s - mass of juice, kg;
 m_b - bagasse mass (squeezed stems), kg.

Press productivity was calculated using the formula:

$$Q = \frac{m_v}{\tau} (kg/s) = 3,6 \frac{m_v}{\tau} (t/h), \quad (2)$$

where: τ - pressing duration, s.

The specific energy consumption:

$$C_e = \frac{E}{m_v} (kWh/kg) = \frac{E \cdot 1000}{m_v} (kWh/t), \quad (3)$$

where E - energy consumption, kWh.

Press force P was determined by the size of deformation arc - disc standard (calibrated) above. The clearance between the rollers was spy measured by feeler gauge. In order to determine the mass of samples were used electronic balance scales Alex, Kern with $\pm 1\%$ error. Power and energy consumption were determined with inverter (model EI-S9001) and K505 measuring block, length of time - with timer (model SOP type pr-2a-2-010).

The pressing force P depends on the arc-deflection degree of the discs, which are located in the lateral supports of the upper roller (fig. 1) and can be assembled one by one (fig. 2, a) or in package couples (fig. 2, b). Compressive modulus of each arc disc $E = 57.5 \text{ kN/mm}$. Researches were performed with three different arc-disc assembly (in packages of 2,3,4 couples), which ensures the maximum values of technological parameters: a) $s_{max} = 19 \text{ mm}$, $P_{max} = 180 \text{ kN}$; b) $s_{max} = 14 \text{ mm}$, $P_{max} = 270 \text{ kN}$; c) $s_{max} = 9 \text{ mm}$, $P_{max} = 360 \text{ kN}$.

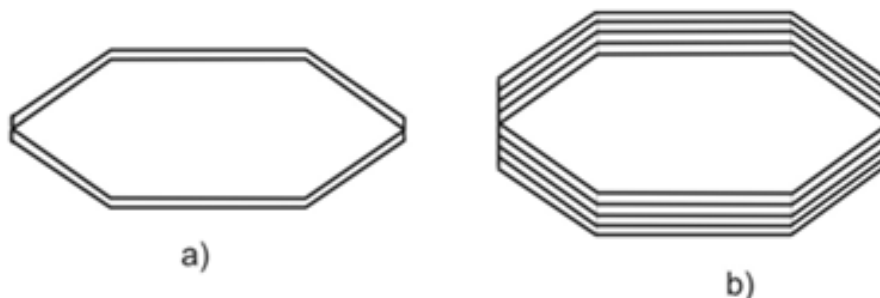


Fig. 2 - Placement scheme of arc-disc package:
 a) as 1 couple; b) as 4 couples

In the process research diameter of rollers, took constant value ($D=470 \text{ mm}$), which provides preliminary calculations and research training in the passage strains of sorghum and expected work productivity ($Q_{MV} = 10 \text{ t/h}$).

For mathematical relationships was used Statgraphics Centurion XVI software, Version 1.16.17 (32-bit).

În cadrul experimentelor au fost determinate gradul de stoarcere (extragere) a sucului GE , productivitatea Q_{mv} , consumul specific de energie C_e în dependență de forța de presare P , jocul dintre tăvălugi s , viteza de rotație a tăvălugilor n , gradul de încărcare a presei G_i modalitatea de înaintare a tulpinilor fragmentate în pasajele de stoarcere (longitudinal, transversal, mixt).

Gradul de stoarcere a sucului a fost determinat după formula:

unde: m_v - cantitatea de masă verde, kg;
 m_s - masa sucului, kg;
 m_b - masa bagasei (tulpinilor stoarse), kg.

Productivitatea presei a fost calculată după formula:

unde: τ - durata presării, s.

Consumul specific de energie:

unde E - consum de energie, kW·h.

Forța de presare P a fost determinată după mărimea deformării arc - discurilor etalonate (calibrate) anterior. Jocul dintre tăvălugi s-a măsurat cu lere spioni. Pentru determinarea masei probelor s-au utilizat balanțe electronice Alex, Kern cu incertitudinea de măsurare $\pm 1\%$. Puterea și energia consumate au fost determinate cu inverter (model EI-S9001) și blocul de măsurare K505, durata de timp - cu cronometru (model SOP pr-2a-2-010).

Forța de presare P depinde de gradul deformării arc-discurilor, care sunt amplasați în suporturi laterali ai tăvălugului superior (fig. 1) și pot fi asamblați câte unul (fig. 2,a) sau mai multe cupluri în pachet (fig. 2,b). Modulul de elasticitate la compresiune al fiecărui arc-disc $E = 57,5 \text{ kN/mm}$. Cercetările au fost efectuate cu trei variante de asamblare a arc-discurilor (în pachete câte 2,3,4 cupluri), care asigură respectiv valorile maxime ale parametrilor tehnologici: a) $s_{max} = 19 \text{ mm}$, $P_{max} = 180 \text{ kN}$; b) $s_{max} = 14 \text{ mm}$, $P_{max} = 270 \text{ kN}$; c) $s_{max} = 9 \text{ mm}$, $P_{max} = 360 \text{ kN}$.

În procesul cercetărilor diametrul tăvălugilor a avut valoare constantă ($D=470 \text{ mm}$), care conform calculelor și cercetărilor prelabile asigură antrenarea tulpinilor de sorg zaharat în pasaj și productivitatea de lucru scontată ($Q_{mv} = 10 \text{ t/h}$).

Pentru stabilirea relațiilor matematice a fost utilizat soft-ul STATGRAPHICS Centurion XVI, Version 16.01.17 (32-bit).

RESULTS

After mathematical processing of the experimental results, is obtained the regression equation that adequately expresses the degree of mechanical development of the juice extraction GE based on pressing technological regimes:

$$GE = -57.4 + 6.86x_1 + 0.43x_2 + 6.5x_3 - 0.477x_1^2 - 0.0012x_2^2 - 0.34x_3^2 \quad (4)$$

From the analysis of the mathematical model (4), graphically shown in Figure 3, results the correctness of theoretical argumentation, which demonstrates that the extraction degree GE increases with report decreasing s/h (the passage game / initial layer thickness). This may be possible due to the increased labor force pressing P . Increasing force P in the range of $90 \div 130$ kN results in faster growth of GE degree than in the range of $P = 130 \div 150$ kN.

This can be explained by the fact that in the range $P = 130 \div 150$ kN P occurs the intense increase compression plant mass coefficient, $K = \gamma_s / \gamma$ (volumetric mass of the raw material and mass squeezed respectively, kg / m^3)

Same phenomenon occurs in the situation of increased loading application on corn strains [9].

The low initial game between rollers ($s \approx 3$ mm) can create conditions for pressing irregular coating raw materials: stems with increased diameters are pressed to a greater extent. Increasing the pressing force P reduces the non-uniformity of strains (fig. 3). Initially game range values of $S_{in} = 5 \div 7$ mm ensures the highest degree of extraction. Increasing game up to 10 mm again will reduce application of pressing uniformity forces.

REZULTATE

După procesarea matematică a rezultatelor experimentelor este obținută ecuația de regresie, care adecvat exprimă evoluția gradului de extragere mecanică a sucului GE funcție de regimurile tehnologice de presare:

Din analiza modelului matematic (4), prezentat grafic în figura 3, rezultă corectitudinea argumentărilor teoretice, care demonstrează că gradul de extragere GE crește concomitent cu diminuarea raportului s/h (jocul în pasaj/grosimea inițială a stratului). Aceasta este posibil datorită majorării forței de presare P . Majorarea forței P în diapazonul $90 \div 130$ kN are drept consecință creșterea mai rapidă a gradului GE , decât în diapazonul $P = 130 \div 150$ kN.

Aceasta se poate de explicat prin faptul că în diapazonul $P=130 \div 150$ kN are loc majorarea intensă a coeficientului de comprimare a masei vegetale $K = \gamma_s / \gamma$ masa volumetrică a materiei prime și respectiv masei stoarse, kg/m^3).

Fenomenul identic are loc și în cazul aplicării sarcinii majorate asupra tulpinilor de porumb [9].

Valoarea mică a jocului inițial dintre tăvălugi ($s \approx 3$ mm) creează condiții pentru presarea neuniformă a stratului de materia primă: tulpinile cu diametrele majorate sunt presate în măsura mai mare. Mărirea forței P reduce neuniformitatea presării tulpinilor (fig. 3). Jocul inițial cu intervalul valorilor $S_{in} = 5 \div 7$ mm asigură cel mai înalt grad de extragere. Majorarea jocului până la 10 mm din nou reduce uniformitatea aplicării forțelor de presare

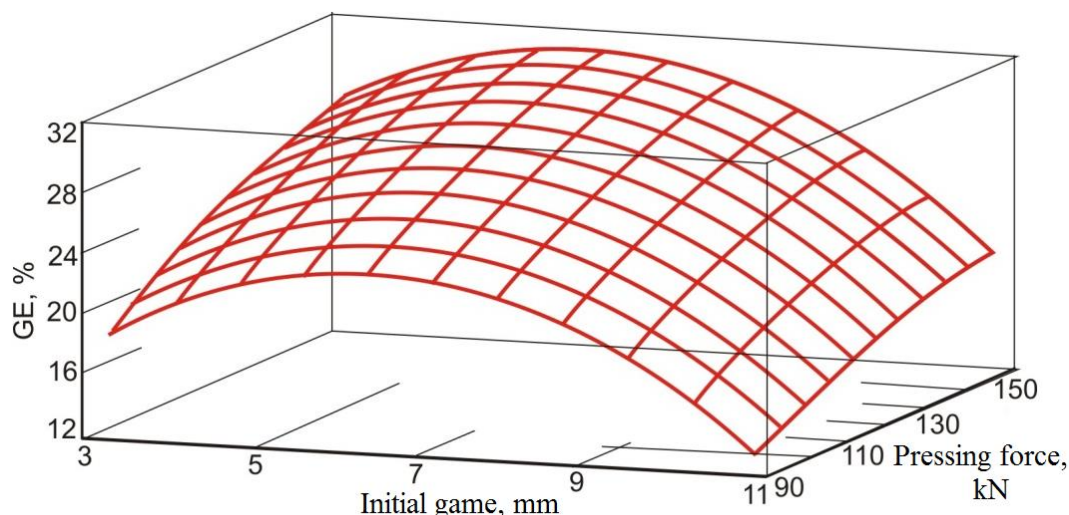


Fig. 3 - The degree of juice extraction from stems of sorghum based on technological press regimes (roller speeds $n = 11 \text{ min}^{-1}$)

The second power of independent variables (equation 1) forms the surface response curve (Figure 3) having the reverse influence, which is the strongest in the original game (x_1^2) and roller speeds (x_3^2). Following the dominant influence effects on the extraction degree (fig.4) allows to be determined the character of technological regimes (S_{in} , P , n) influence on GE and critical points coordinates.

Variabilele independente la puterea a doua (ecuația 1) formează curbura suprafeței de replică (fig.3), având influență inversă, care este cea mai puternică din partea jocului inițial (x_1^2) și turațiilor tăvălugilor (x_3^2).

Urmărirea influenței efectelor dominante asupra gradului de extragere (fig.4) permite să fie determinate caracterul influenței regimurilor tehnologice (S_{in} , P , n) asupra GE și coordonatele punctelor critice.

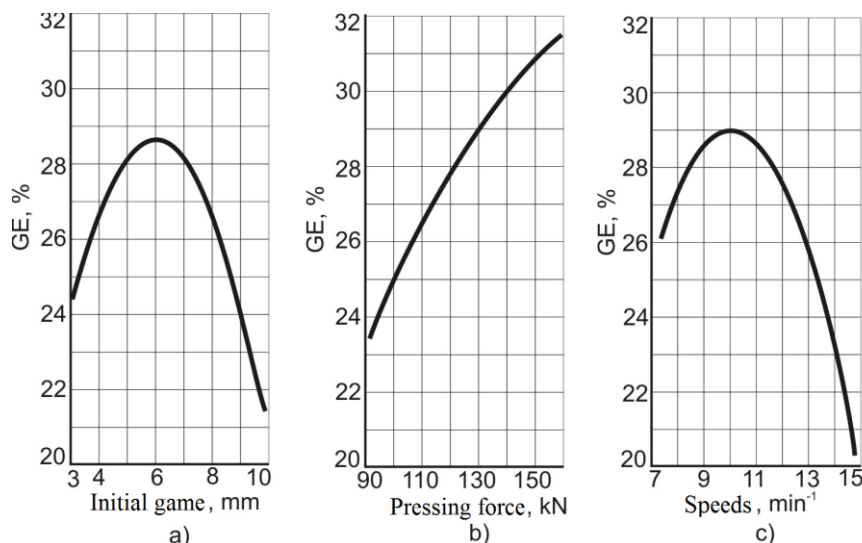


Fig. 4 - Dominant effects in technological pressing regimes on the degree of juice extraction

Using higher engine speed values by $10 \div 11 \text{ min}^{-1}$ to reduce the extraction degree from $28 \div 29\%$ to 20% of the decrease in the weight proportion of the influence period concerning the force of pressing plant. This phenomenon increases also the hydraulic resistance to the flow of juice.

Therefore, maximum values of extraction level are obtained with the initial game between rollers $S_{in} = 5 \div 7 \text{ mm}$, speeds rollers $n = 10 \div 11 \text{ min}^{-1}$, with the pressing force $P \leq 150 \text{ kN}$.

The dependence of the pressing productivity process Q_{mv} , by the three factors (initial game, roller pressing force and speed) is reflected in the next regression equation (5):

$$Q_{mv} = 0.3 + 0.946x_1 - 0.086x_2 + 0.49x_3 - 0.0659x_1^2 + 0.032x_1x_3 + 0.0004x_2^2 + 0.0038x_2x_3 - 0.028x_3^2 \quad (5)$$

Analysis of the model (5), as shown in Figure 5, demonstrates, as it was expected, from a theoretical analysis, a dependence of productivity Q_{mv} productivity on technological regimes. The strongest influence on Q_{mv} have speeds rollers: increasing n from 7 min^{-1} to 15 min^{-1} increases almost proportionately the productivity (from 4.8 t/h to 9.0 t/h) (Figure 6). A small decrease of the gradient of growth of productivity at high speeds is probably due to strains on the surface of the slip rollers. Productivity dependence on the initial game is more complex, as increasing (S_{in} , P) enables growth of h thickness with raw material and only afterwards - increasing the productivity.

By changing the initial slack within $3 \div 10 \text{ mm}$ productivity is increased from 5.4 up to 7.9 t/h (Fig.6a). The force P applied to press-drive sector of the length L is determined from the formula:

$$P = p_m \cdot l \cdot b \quad (6)$$

where :

p_m - average pressure rollers on the material, N/m^2 ;
 b - width of compression zone, m .

Since the experiments b width had a constant value, increasing force P (for each specific value of the game s of the rollers) was possible by adding specific quantity (Q_{MV} productivity) of the raw material, which influenced

Utilizarea turațiilor cu valori mai mari de $10 \div 11 \text{ min}^{-1}$ reduce gradul de extragere de la $28 \div 29\%$ până la 20% din cauza scăderii proporționale a perioadei de influență asupra masei vegetale a forței de presare. Acest fenomen majorează și rezistența hidraulică la curgerea sucului. Așadar, valori maxime ale gradului de extragere se obțin cu jocul inițial între tăvălugi $S_{in} = 5 \div 7 \text{ mm}$, turațiile tăvălugilor $n = 10 \div 11 \text{ min}^{-1}$, forța de presare $P \leq 150 \text{ kN}$.

Dependența productivității procesului de presare Q_{mv} de cei trei factori (jocul inițial, forța de presare și turațiile valțurilor) este reflectată în ecuația de regresie (5):

Analiza modelului (5), prezentat în figura 5, demonstrează, precum a și fost de așteptat din analiza teoretică, dependența productivității Q_{mv} de regimurile tehnologice. Cea mai puternică influență asupra Q_{mv} au turațiile tăvălugilor: majorarea turației n de la 7 min^{-1} până la 15 min^{-1} sporește productivitatea aproape proporțional (de la 4.8 t/h până 9.0 t/h) (fig.6). O scădere mică a dinamicii de creștere a productivității la turații mari se datorează, probabil, patinării tulpinilor pe suprafața tăvălugilor. Mai complexă este dependența productivității de jocul inițial, deoarece majorarea (S_{in} , P) permite creșterea grosimii stratului h al materiei prime, numai după aceasta - mărirea productivității.

Cu schimbarea jocului inițial în limita $3 \div 10 \text{ mm}$ productivitatea crește de la 5.4 până la 7.9 t/h (fig.6a). Forța P aplicată asupra sectorului de antrenare-presare cu lungimea l se determină din formula:

unde:

p_m - presiunea medie a tăvălugilor asupra materialului, N/m^2 ;
 b - lățimea zonei de presare, m .

Deoarece în experimentele efectuate lățimea b a avut valori constante, majorarea forței P (pentru fiecare valoare concretă a jocului s dintre tăvălugi) a fost posibilă prin adăugarea cantității specifice (productivității Q_{mv}) a materiei prime, care a influențat creșterea valorilor

the increasing of the raw thickness h , increasing the drive-pressing length sector, l , and mean pressure p_m .

Therefore, the increase of the pressing force P of 90 to 150 kN results in increased productivity within 6.5÷9.2 t/h (Fig. 6b), and at the same time the degree of extraction $GE - 23.5 \div 31.5 \%$ (fig. 4b).

Independent variables at the second power cause surface curvature of the response, being the highest in changing the original game. This is probably due to reduced mass bulk layer strains for $S_{in} = 9 \div 10$ mm.

grosimii stratului h , lungimii sectorului de antrenare-presare, l , și presiunii medii p_m .

Prin urmare, majorarea forței de presare P de la 90 până 150 kN are drept consecință creșterea productivității în limita 6,5÷9,2 t/h (fig. 6b) și concomitent gradului de extragere $GE - 23,5 \div 31,5 \%$ (fig. 4b).

Variabilele independente la puterea a doua determină curbura suprafeței de răspuns, ea fiind mai înaltă la schimbarea jocului inițial. Aceasta se întâmplă, probabil, din cauza scăderii masei în vrac a stratului de tulpini pentru $S_{in} = 9 \div 10$ mm.

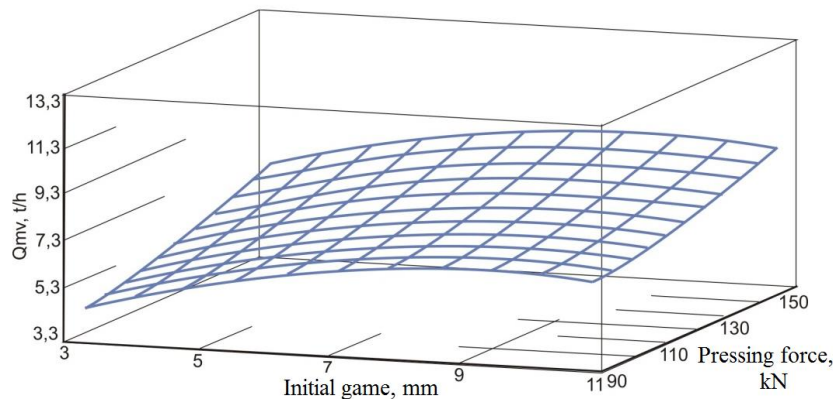


Fig. 5 - Productivity process of the juice extraction according to the technological regimes (roller speeds $n = 11 \text{ min}^{-1}$)

Following the influence of dominant effects (Figure 6) makes the determination possible to establish the coordinates of the critical points and character of the technological influence on productivity pressing process.

Under the investigated conditions, for the maximum productivity ($Q_{mv} \approx 9.3 \text{ t/h}$) can be obtained with the original game $S_{in} \approx 9 \div 10$ mm, the pressing force - $P \leq 150$ kN, speed - $n = 15 \text{ min}^{-1}$. Final recommendations regarding the optimal values of the technological regimes can be done on the basis for joint analysis of all technical and economic parameters, including power consumption.

Power required to drive the torque rollers depends on technological regimes studied conforming to the model.

Urmărirea influenței efectelor dominante (fig.6) face posibilă determinarea coordonatelor punctelor critice și caracterului influenței regimurilor tehnologice asupra productivității procesului de presare.

În condițiile cercetate valorile maxime ale productivității ($Q_{mv} \approx 9,3 \text{ t/h}$) pot fi obținute cu jocul inițial $S_{in} = 9 \div 10$ mm, forța de presare - $P \leq 150$ kN, turații - $n = 15 \text{ min}^{-1}$. Recomandări finale privind valorile optime ale regimurilor tehnologice se poate de făcut în baza analizei comune a tuturor parametrilor tehnico-economici, inclusiv puterii consumate.

Puterea necesară pentru acționarea cuplului de tăvălugi depinde de regimuri tehnologice în condiții cercetate conform modelului.

$$N = 3.83 - 0.53x_1 - 0.047x_2 - 0.043x_3 + 0.05x_1^2 + 0.0003x_2^2 + 0.004x_2x_3 + 0.013x_3^2 \quad (6)$$

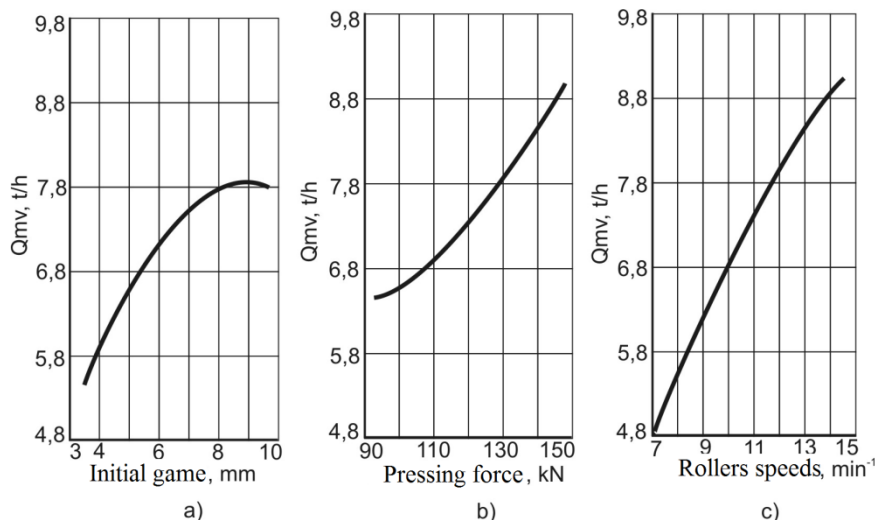


Fig. 6 - Dominant effects of technological regimes on productivity of the pressing process

The results obtained show the minimal impact on the power consumption of the S_{in} initial game (fig.7) and the more significant influence N of the pressing force P and the engine speed n rollers, which corresponds to the theoretical calculations, that the power consumption depends proportionally by the average pressure in the rollers contact area, raw material thickness degree, angular velocity $N = f(p_m, \Delta h, \omega)$. That is, in our case, the power N depends preponderantly by force P and speeds n .

Rezultatele obținute demonstrează influența minimă a jocului inițial S_{in} asupra puterii consumate (fig.7) și influența mult mai însemnată asupra N a forței de presare P , precum și a turațiilor tăvălugilor n , ceea ce corespunde calculelor teoretice, conform cărora puterea consumată la presare depinde proporțional de presiunea medie în zona de contact cu tăvălugii, gradul subțierii stratului de materie primă, viteza unghiulară: $N = f(p_m, \Delta h, \omega)$. Adică, în cazul nostru puterea N depinde preponderent de forța P și turații n .

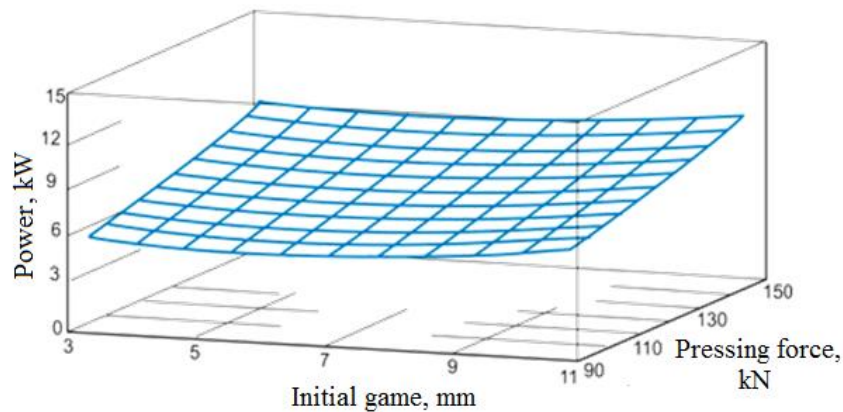


Fig. 7 - Power consumption in the process of pressing sorghum strains depending on technological regimes (n speed rollers = 11 min^{-1})

The dynamics of dominant effects influence demonstrates that changing the original game within $S_{in} = 3 \div 10 \text{ mm}$ limits of power consumption, N , remains at $7.4 \pm 0.4 \text{ kW}$ (fig.8) and increase pressure force from 90 to 150 kN enhances power consumption in the range of $5.4 \div 9.4 \text{ kW}$. The greatest influence has the speed rollers: they are increasing from 7 to 15 min^{-1} is due to increased consumption from 4.4 to 10.2 kW .

The conducted researches have allowed optimal technological argumentation parameters by mechanical squeezing juice from sorghum stems. Under the conditions studied the optimal initial game $S_{in} = 5.5 \div 7.5 \text{ mm}$ ensure the maximum degree extraction of GE and productivity Q_{mv} , little influence on the power N . Pressing force P value $\leq 150 \text{ kN}$ allows to achieve the maximum possible values of GE and Q_{mv} requiring maximum power consumption.

Dinamica influenței efectelor dominante demonstrează că, cu schimbarea jocului inițial în limita $S_{in} = 3 \div 10 \text{ mm}$ puterea consumată N se menține la nivel de $7,4 \pm 0,4 \text{ kW}$ (fig. 8.), iar majorarea forței de presare de la 90 până la 150 kN sporește consumul puterii în diapazonul $5,4 \div 9,4 \text{ kW}$. Cea mai mare influență au turațiile tăvălugilor: mărirea acestora de la 7 până la 15 min^{-1} este cauza creșterii consumului de la 4,4 până la $10,2 \text{ kW}$.

Cercetările efectuate permit argumentarea valorilor optime ale parametrilor tehnologici de stoarcere mecanică a sucului din tulpinile sorgului. În condițiile studiate valoarea optimă a jocului inițial $S_{in} = 5,5 \div 7,5 \text{ mm}$ asigură valorile maxime ale gradului de extragere GE și productivității Q_{mv} , puțin influențând asupra puterii N . Valoarea forței de presare $P \leq 150 \text{ kN}$ permite a obține valorile maxim posibile ale GE și Q_{mv} , necesitând și consumul maxim al puterii.

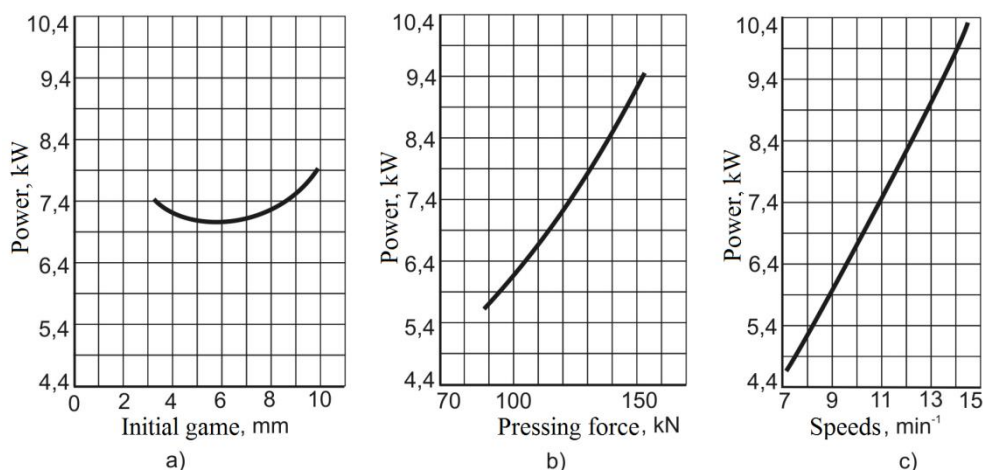


Fig. 8 - Dominant effects of technological regimes regarding the power consumption

The recommended amount of speed rollers is $n = 10 \div 11 \text{ min}^{-1}$, providing, in first place, the maximum degree of extraction.

CONCLUSIONS

1. Experimental research results show the correctness of the theoretical argumentation of the basic constructive scheme and functional parameters of the press for squeezing juice.
2. Mathematical models obtained under experimental research for determining the optimal values of process parameters for squeezing juice from sweet sorghum stems, using press rollers: first game between the first passage by squeezing rollers: $5.5 \div 7.5 \text{ mm}$, the pressing force: $140 \div 150 \text{ kN}$ roller speeds: $10 \div 11 \text{ min}^{-1}$ (linear speed: $0.246 \div 0.27 \text{ m/s}$).

REFERENCES

- [1]. Antohe I., (2006) - *Sorghum culture and total industrialization. Perspectives for sustainable development of Romanian agriculture*, Chiminform, p.302, Bucharest, ISBN 973-88183-1-1; 978-973-88183-1-6.
- [2]. Grassi G, Pietro Moncada P.C., Henri Z., (1992) - *Promising industrial energy crop: Sweet Sorghum. Recent developments in Europe*, Commission of the European Communities, p.73;
- [3]. Hailis G.A., Kovalev M.M., (1994) - *Agricultural technology research and experimental data*. Spic Publishing House Moscow, p.170;
- [4]. Korolev A.A., (1969) - *Construction and calculating the laminate machines and mechanisms*. Publisher Metallurg, Moscova, p.277;
- [5]. Saponov A.R., (1983) - *Sugar technology*. Publisher Food and Consumer Industry Publishing, Moscova, 292;
- [6]. Smith et al., (1987) - *Evolution of Sweet Sorghum for fermentable Sugar production Potential*. In: Crop Science, vol. 27, nr. 4, 1, pg.788-790;
- [7]. Sokolov A., (1969) - *Basis of calculation and design for vending machines and food production*, Publishing: Machinery Manufacturing Industry, Moscova, p.640;
- [8]. Stabnicov V.N., (1976) - *Food production equipment and processes*. Food Industry Publishing House, Moscova, p.664;
- [9]. Şatilov K.V. et al., (1981) - *Corn harvesting machineries*. Publishing: Machinery Manufacturing Industry, Moscova, p.224.

Valoarea recomandată a turațiilor tăvălugilor este $n = 10 \div 11 \text{ min}^{-1}$, asigurând, în primul rând, valoarea maximă a gradului de extragere.

CONCLUZII

1. Rezultatele cercetărilor experimentale demonstrează corectitudinea argumentărilor teoretice ale schemei constructive și parametrilor funcționali de bază ai preseii pentru stoarcerea sucului.
2. Modelele matematice obținute în baza cercetărilor experimentale permit determinarea valorilor optime ale parametrilor procesului de stoarcere a sucului din tulpinile sorgului zaharat, utilizând presa cu tăvălugi: jocul inițial dintre tăvălugi în primul pasaj de stoarcere: $5,5 \div 7,5 \text{ mm}$, forța de presare: $140 \div 150 \text{ kN}$, turațiile tăvălugilor: $10 \div 11 \text{ min}^{-1}$ (viteza liniară: $0,246 \div 0,27 \text{ m/s}$).

BIBLIOGRAFIE

- [1]. Antohe I., (2006) - *Cultura sorgului zaharat și industrializarea lui totală. Perspective pentru dezvoltarea durabilă a agriculturii românești*, Chiminform, 302 p., București, ISBN 973-88183-1-1; 978-973-88183-1-6.
- [2]. Grassi G, Pietro Moncada P.C., Henri Z., (1992) - *Promișător pentru culturile energetice, industriale: Sorghum dulce. Evoluțiile recente din Europa*, Comisia Comunităților Europene, 73p.;
- [3]. Hailis G.A., Kovalev M.M., (1994) - *Cercetarea tehnicii agricole și prelucrarea datelor experimentale*. Editura Spic Moscova, 170 p.;
- [4]. Korolev A.A., (1969) - *Construcția și calculul mașinilor și mecanismelor pentru laminoare*. Editura Metallurgia, Moscova, 277 p.;
- [5]. Saponov A.R., (1983) - *Tehnologia zahărului*. Editura Industria Alimentară și Ușoară, Moscova, 292 p.;
- [6]. Smith ș.a. (1987)- *Evoluția sorgului dulce pentru potențialul de fermentație a zahărului*. In: Stiința a Recoltării, vol. 27, nr. 4, 1, p. 788-790;
- [7]. Sokolov A., (1969) - *Bazele calculului și proiectării mașinilor și automatelor în producția alimentară*, Editura Industria Construcțiilor de Mașini, Moscova, 640 p.;
- [8]. Stabnicov V.N., (1976) - *Procese și aparate în producția alimentară*. Editura Industria Alimentară, Moscova, p.664;
- [9]. Şatilov K.V. și alții, (1981) - *Mașini de recoltat porumb*. , Editura Industria Construcțiilor de Mașini, Moscova, 224 p.