

THEORETICAL ARGUMENTATION ON THE CHOICE OF VALUES FOR THE PARAMETERS OF THE PRESS DESIGNED TO SQUEEZE OUT THE JUICE FROM PLANTS STEMS

MOTIVAREA TEORETICĂ A ALEGERII VALORILOR PARAMETRILOR PRESEI PENTRU STOARCEREA SUCULUI DIN TULPINILE PLANTELOR

PhD. Eng. Cerempei V.

Institute of Agricultural Machinery „Mecagro”, Chisinau / Moldova

Tel: (37322) 49-21-31, 44-00-87. E-mail: institut@mecagro.md, www.mecagro.md

Abstract: In order to ensure the optimum conditions of process of squeezing the juice from plants stems (sweet sorghum, sugar cane, etc.) the choice of the value for parameters of the press are argued.

Keywords: plants stems, press, rollers, driving, squeezing, juice, constructive and kinematic parameters.

INTRODUCTION

Analyses of technologies which capitalize the sugar cane and sweet sorghum energetic potential have demonstrated the importance of stems juice squeezing process [3, 8, 9]. Squeezing influences the quality and cost price of the end product-ethanol. At the same time, the efficiency of the process above depends on constructive scheme and parameters of the squeezing installation. Within the existing information sources [1, 3, 6, 8, 9, 10] scheme and parameters argumentation is fragmentary presented, the plants morphological features (particularly of sweet sorghum) are not always taken into account.

Therefore, the aim of this paper is the theoretical argumentation on the choice of the values for the parameters of the roller press (roller diameter D , the clearance s between rollers, the pressing force P , roller RPM n) in dependence with the rate of extraction of juice, the productivity of the technological process of pressing green matter, the energy consumed.

MATERIAL AND METHOD

Only after studying and taking into consideration the morphological particularities of sorghum stems and their related deformation theories, it will be possible to choose a successful pressing principle. As recently mentioned [1,3], the sorghum stem consists in short nodes and long internodes ($l = 100...200\text{mm}$), externally protected by a solid cellulose, relatively thin, tegument. Internodes are full of developed medullar tissue inside, the saccharides are dissolved into water and stored in medullar tissue. So, sorghum stem consists in two basic elements:

- Solid tegument with a reduced humidity degree (10...15%);
- Medullar tissue with a humidity degree up to 90%.

At their turn, each of mentioned elements has a carcass with elastic and plastic features, mainly of cellulose and a filling substance with viscosity properties, particularly made of watery solutions of carbon hydrates.

It is obvious that during the juice extraction from sorghum stems, the tegument should be first crushed and afterwards the medullar tissue deformed for the juice could let out.

Specialists from VISHOM Institute [11] have studied the influence of load applied on maize stems relative deformation, which have a similar morphology with sweet sorghum stems. In the first stage (OA) when the force is applied, the stem deformation raises proportionally (up to 16%) along with force increased up to 0.26 kN (fig. 1).

Rezumat: Cu scopul asigurării condițiilor optime ale procesului de stoarcere a sucului din tulpinile plantelor (sorgului zaharat, trestiei de zahăr etc.) se motivează teoretic alegerea valorilor parametrilor preseii.

Cuvinte cheie: tulpinile plantelor, presa, tăvălugi, antrenare, stoarcere, suc, parametrii constructivi și cinematici

INTRODUCERE

Analiza tehnologiilor de valorificare a potențialului energetic al trestiei de zahăr și sorgului zaharat demonstrează importanța procesului de stoarcere a sucului din tulpinile acestora [3, 8, 9]. Procesul de stoarcere influențează calitatea și prețul de cost al produsului final - etanolul. La rândul său, eficiența procesului menționat depinde de schema constructivă și parametrii utilajului de stoarcere. În sursele de informație existente [1,3,6,8,9,10] argumentarea schemelor și a parametrilor este prezentată fragmentar, nu totdeauna sunt luate în considerație proprietățile morfologice ale plantelor (îndeosebi, ale sorgului zaharat).

Prin urmare, scopul prezentei lucrări este motivarea teoretică a alegerii valorilor parametrilor preseii cu tăvălugi (diametrului tăvălugilor D , jocul s dintre tăvălugi, forței de presare P , turațiilor tăvălugilor n) în dependență de gradul extragerii a sucului, productivitatea procesului tehnologic de presare a masei verzi, puterea consumată.

MATERIAL ȘI METODĂ

Alegerea unui principiu reușit de presare este posibilă în baza studierii și respectării particularităților morfologice ale tulpinilor de sorg și teoriilor existente de deformare a acestora. După cum s-a menționat recent [1,3], tulpina sorgului constă din noduri scurte și internoduri lungi ($l = 100...200\text{mm}$), protejate din exterior de un tegument solid din celuloză, relativ subțire. Internodurile sunt pline în interior de țesut medular dezvoltat, zaharurile sunt dizolvate în apă și depozitate în țesutul medular. Așadar, tulpina sorgului constă din două elemente de bază:

- tegment solid cu grad mic de umiditate (10...15%);
- țesut medular cu grad de umiditate de până la 90%.

La rândul său, fiecare din elementele menționate are o carcasă cu proprietăți elastice și plastice, preponderent din celuloză, și o substanță de umplere cu proprietăți de viscozitate, preponderent din soluții apoase ale hidraților de carbon.

Este evident că, în procesul extragerii sucului din tulpinile sorgului trebuie mai întâi să fie zdrobit tegumentul și apoi deformat țesutul medular, pentru a se scurge sucul.

Specialiștii Institutului VISHOM [11] au studiat influența sarcinii aplicate asupra deformației relative a tulpinilor de porumb, care au morfologia similară cu cea a tulpinilor de sorg zaharat. La prima etapă (OA) de aplicare a forței, deformația tulpinii crește proporțional (până la 16%) cu majorarea forței până la 0,26 kN (fig. 1).

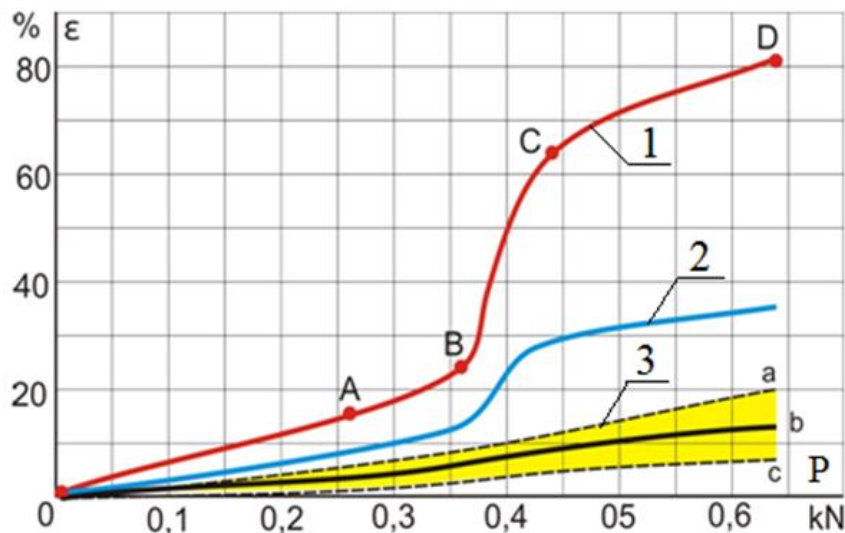


Fig. 1 – Dependence of relative deformation of maize stems ϵ on applied load F :
 1 – according to data [11]; 2,3 - according to hypothesis of subsequent deformations[4], 3a, 3b, 3c - $\epsilon = f(P)$ at different speed

$$\text{Of force applyin } \left(\frac{dP_a}{d\tau} < \frac{dP_b}{d\tau} < \frac{dP_c}{d\tau} \right)$$

In this stage, the variation of relative deformation is ($\epsilon_{OA}=0.62\% / 0.01$ kN). Force growth can probably lead to relaxation of internal tensions in tegument body and its deterioration along fibers. This is proved by increased variation of deformation ($\epsilon_{AB}=0.8\% / 0.01$ kN) up to 24%, along with a rather small growth of force (up to 0.36kN). Deterioration of tegument is, in fact, determined by force applying on medullar tissue, which is deforming at a variation of 5% / 0.01 kN speed. Thus, by a small growth of compressing force (up to 0.44 kN) results a stem deformation up to 64% (BC). When it keeps on increasing the force up to 0.64 kN the stem can deform from 64% up to 80% ($\epsilon_{CD}=0.8\% / 0.01$ kN). Research conducted on the press of the wine press type [5] on sweet sorghum stems have shown the same character in the variation of the relative deformation depending on the force applied. For the last, in the fourth stage (CD), the actual juice extraction is highlighted.

According to acad. F. Beleankin's theory, under the action of external forces P , elements of carcass begin to deform, and the filling substance presents a viscous resistance against the movement of carcass elements, thus increasing the resistance and rigidity of whole body. The limit of resistance of the carcass R_{carc} does not depend on length of action of static load, viscous resistance of filling substance R_{visc} changes in time, approaching zero when force P is driven for a long time. In this case, the body resistance will be determined only by the carcass resistance, so that for the deterioration of the body in the purpose of extracting the juice it is necessary to apply a load bigger than carcass resistance limit ($P > R_{carc}$). When rapidly acted to deteriorate the body, the load applied should surpass the carcass resistance and viscous resistance of the filling substance ($P > R_{carc} + R_{visc}$).

La această etapă variația deformației relative ($\epsilon_{OA}=0,62\% / 0,01$ kN). Creșterea în continuare a forței duce, probabil, la relaxarea tensiunilor interne în carcasa tegumentului și deteriorarea lui de-a lungul fibrelor. Acest lucru este relevat de variația sporită ($\epsilon_{AB}=0,8\% / 0,01$ kN) a deformației, până la 24%, de creșterea relativ mică a forței (până la 0,36kN). Aplicarea forței asupra țesutului medular determină deteriorarea tegumentului, care se deformează cu variația de 5% / 0,01 kN. Prin urmare, o creștere mică a forței de comprimare (până la 0,44 kN) determină ca deformația tulpinii să ajungă până la 64% (BC). Continuarea majorării forței până la 0,64 kN are drept consecință deformarea tulpinii de la 64% până la 80% ($\epsilon_{CD}=0,8\% / 0,01$ kN). Cercetările efectuate pe presa de tip teasc [5] cu tulpinile de sorg zaharat au demonstrat același caracter al variației deformației relative funcție de sarcina aplicată. La ultima, a patra etapă (CD), s-a evidențiat extragerea propriu-zisă a sucului.

Conform teoriei acad. F. Beleankin, sub acțiunea forțelor exterioare P , elementele carcăsei se deformează, iar substanța de umplere manifestă rezistență vâscoasă contra mișcărilor elementelor carcăsei, sporind rezistența și rigiditatea corpului întreg. Limita rezistenței carcăsei R_{carc} nu depinde de durata acționării sarcinii statice, rezistența vâscoasă a substanței de umplere R_{visc} se schimbă în timp, apropiindu-se de zero la acționarea îndelungată a forței P . În acest caz, rezistența corpului va fi determinată numai de rezistența carcăsei, astfel încât pentru deteriorarea corpului în scopul extragerii sucului este necesară aplicarea unei sarcini mai mari decât limita rezistenței carcăsei ($P > R_{carc}$). La acționarea rapidă pentru deteriorarea corpului, sarcina aplicată trebuie să depășească rezistența carcăsei și rezistența vâscoasă a substanței de umplere ($P > R_{carc} + R_{visc}$).

Within the context of those above said, it can be supposed that the force applied on sweet sorghum stems first deforms (sector OA, fig.1) and deteriorates (sector AB) the solid tegument, which, having reduced humidity, puts resistance to carcass R_{carc} . Therefore, for deteriorate the tegument it is important not only the period of applying external force P , but also its value, respecting the condition: $P > R_{carc}$. When the medullar tissue containing up to 90% juice is deteriorated, the viscous resistance R_{visc} becomes decisive. After deteriorating the tegument by the influence of an external force, the medullar tissue carcass is deformed and deteriorated by removing the air between tissue elements (sector BC, fig.1). Further on (sector CD), in order to squeeze the juice, force P should surpass resistance $R_{visc} + R_{carc}$.

It results that the juice extraction degree GE depends not only on the force applied F , but also on application length of time τ , namely $GE = f(P; \tau)$. Respectively, for squeezing the juice from the press with rollers $GE = f(P, 1/n, n - \text{roller speed})$ (fig.1). Previous experiments have demonstrated that the juice extraction degree GE when applying the force P during the same period τ is higher, when force P does not apply continuously, but periodically, several times. This application method reduces the value of force necessary for deteriorating the carcasses of tegument and medullar tissue, as well as for squeezing the juice from green matter by improving the draining conditions.

According to the theory of academics A. Ioffe, P. Rebinder, I. Frenkeli, resistance to deterioration of solid bodies mostly depends on micro and macro defects, in body structure. Because of these shortcomings the deterioration resistance diminishes by 100...1000 times comparing to ideal body without any defects. In the process of solid body deformation, the number and dimensions of defects, which at a certain density joint by relaxing internal strains increase, forming cracks. Formation of cracks, with stem structure deterioration is the main condition for extracting the juice. Applying cyclically loads on solid body gets more numerous and bigger the defects, thus reducing the body resistance.

At wine press type presses (fig.2.a) the viscous resistance may be excluded R_{visc} from the great acting duration of load applied P , assuring evacuation conditions for juice. Surpassing this load upon stem carcass resistance ($P > R_{visc}$) is theoretically possible, first, by diminishing the area of cross section of the press. But, practically, it is impossible, because it importantly reduces the press productivity, which is discreetly driven.

Comparing to press house, the helical press (screw) (fig.2.b) has a steady driving system, enabling to obtain high productivity. In this case, the duration of applying load P will be relatively small and determined by the period spent by raw matter in press chamber. As a result, the load applied should surpass the sum of carcass resistance of stems fragments and viscous substance:

$$P > R_{carc} + R_{visc}$$

În contextul celor expuse, se poate presupune că aplicarea forței la tulpinile sorgului zaharat la început deformează (sector OA, fig.1) și deteriorează (sector AB) tegumentul solid, care, având umiditatea mică, manifestă prioritar rezistență carcăsei R_{carc} . De aceea, pentru deteriorarea tegumentului contează nu atât perioada acționării forței exterioare P , cât valoarea ei, respectându-se condiția: $P > R_{carc}$. La deteriorarea țesutului medular cu conținut de suc de până la 90%, factor determinant devine rezistența vâscoasă R_{visc} . După deteriorarea tegumentului sub influența forței exterioare, se produce deformarea și deteriorarea carcăsei țesutului medular cu înlăturarea aerului dintre elementele țesutului (sectorul BC, fig.1). Mai departe (sectorul CD), pentru stoarcerea sucului, forța P trebuie să depășească rezistența $R_{visc} + R_{carc}$.

De aici rezultă că gradul extragerii sucului GE depinde nu numai de forța aplicată P , dar și de durata aplicării τ , adică $GE = f(P; \tau)$. Respectiv, pentru stoarcerea sucului în presa cu tăvălugi $GE = f(P, 1/n, n - \text{turațiile tăvălugilor})$ (fig.1). Experimentele prealabile au demonstrat că gradul de extragere GE a sucului la aplicarea forței P cu una și aceeași durată τ este mai ridicat, când forța P nu se aplică în continuu, ci periodic, de mai multe ori. Acest mod de aplicare reduce valoarea forței necesare pentru deteriorarea carcăselor tegumentului și țesutului medular, precum și pentru stoarcerea sucului din masă verde prin îmbunătățirea, în stratul tulpinilor, a condițiilor de scurgere.

Conform teoriei academicienilor A. Ioffe, P. Rebinder, I. Frenkeli, rezistența deteriorării corpurilor solide depinde în mare măsură de micro și macrodefecte, amplasate în structura corpului. Datorită acestor defecte, rezistența la deteriorare scade de 100...1000 de ori în raport cu corpul ideal fără defecte. În procesul deformării corpului solid, sporesc numărul și dimensiunile defectelor, care, la o anumită densitate, se unesc prin relaxarea tensiunilor interne, formându-se crăpături. Formarea crăpăturilor, cu deteriorarea structurii tulpinilor, este principala condiție pentru extragerea sucului. Aplicarea ciclică a sarcinilor asupra corpului solid majorează, cu fiecare ciclu următor, numărul și dimensiunile defectelor, reducând prin urmare, rezistența acestui corp.

La prese de tip teasc (fig.2.a) se poate exclude rezistența vâscoasă R_{visc} din contul duratei mari de acționare a sarcinii aplicate P , asigurându-se condiții de evacuare a sucului. Depășirea acestei sarcini asupra rezistenței carcăsei tulpinii ($P > R_{visc}$) teoretic este posibilă, în primul rând, prin micșorarea ariei secțiunii transversale a presei. Însă, practic, este imposibilă, deoarece reduce esențial productivitatea presei, care este cu acționare discretă.

Spre deosebire de teasc, presa elicoidală (șnec) (fig.2.b) este cu acționare continuă, ceea ce avantajează obținerea unei înalte productivități. În acest caz, însă durata acționării sarcinii P va fi relativ mică și determinată de perioada aflării materiei prime în camera presei. Prin urmare, sarcina aplicată trebuie să depășească suma rezistențelor carcăselor fragmentelor tulpinilor și substanței vâscoase: $P > R_{carc} + R_{visc}$.

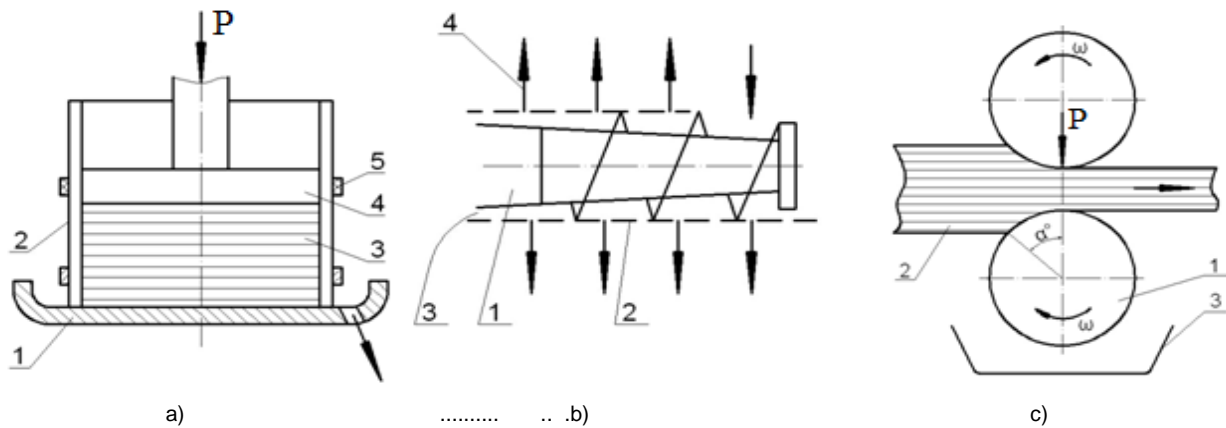


Fig. 2 – Main schemes of press operating:

- a) of house press type (1–support plate; 2–bowl; 3–matter pressed; 4–piston; 5–band);
 b) helical (1–screw; 2–cylinder; 3–cane trash; 4–juice); c) with rollers (1–roller; 2–pressed matter; 3–vessel recipient)

An important drawback of helical press is the necessity to mince the stems fragments, including the tegument fibers: non compliance to these conditions might determine the press clogging. The work necessary for shredding is determined according to [6] from equation: $A = kD^q$, where: D –dimension characteristic of fragments (particles) obtained; m , q – coefficients ($q=2$ – Rittinger law, $q=3$ – Kirpiciov-Chik, $q=2,5$ – Bond).

From the formula above, it results that for shredding the raw material, much more energy than for pressing might be consumed.

The roller press (fig. 2.c), as well as the helical press operates continuously, but comparing to the latter it is simpler and more reliable in exploitation. As the raw material contact to rollers lasts little time, the condition $P > R_{carc} + R_{visc}$ has to be respected. Rollers specificity is given by the fact that, in area of contact with processed matter, the load first applied is rather small, mostly increasing to its highest point in area where the distance between rollers is minimal. Therefore, if one respects certain requirements (green matter compression when entering the rollers, conducting the pressing process according to the scientific recommendations), can be obtained suitable loads to extract the juice, with less energy consumption than helical press. Moreover, the roller press does not need to mince the stems, unless when necessary to mechanization process of stems loading and, respectively separating the leaves from the stems.

Dependence of the relative deformations of stems on the applied load $\mathcal{E} = f(P)$ (fig.1) is mostly respected in case of roller presses, where when entering the passages (fig.2.c) with rather reduced forces, determines tegument deformation and deterioration, and in area of minimum distance between rollers (maximum load) – juice squeezing, draining through the layer of stems deformed when entering the passage. Dependence $\mathcal{E} = f(P)$ when stems move through the subsequent passages has, probably, less deformations (fig.1, curves 2, 3). After choosing the optimum relations between passages gaps, the most part of energy in the last passage will be consumed for pressing the matter and extracting the juice.

Un neajuns important al presei elicoidale este necesitatea mărunțirii fine a fragmentelor tulpinilor, inclusiv a fibrelor tegumentului: nerespectarea acestei condiții duce la înfundarea presei. Lucrul mecanic necesar la mărunțire se determină conform [6] din ecuația: $A = mD^q$, unde: D – dimensiunea caracteristică a fragmentelor (particulelor) obținute; m , q – coeficienți ($q=2$ – legea lui Rittinger, $q=3$ – Kirpiciov-Chik, $q=2,5$ – Bond).

Din formula mai sus menționată, rezultă că pentru mărunțirea materiei prime poate fi consumată mai multă energie decât la presare.

Presă cu tăvălugi (fig.2.c), ca și cea elicoidală, are funcționare continuă, însă, spre deosebire de ultima este mai simplă și mai sigură în exploatare. Deoarece durata contactului materiei prime cu suprafața activă a tăvălugilor este mică, este necesară respectarea condiției $P > R_{carc} + R_{visc}$. Specificul tăvălugilor constă în faptul că, în zona contactului cu materia prelucrată, sarcina aplicată inițial este relativ mică, crescând la maximum în zona distanței minime dintre tăvălugi. Prin urmare, respectând unele condiții (tasarea masei verzi la intrarea în tăvălugi, executarea procesului de presare conform recomandărilor științifice), se pot obține sarcini necesare pentru extragerea sucului, cu consum de energie mai mic decât la presa elicoidală. Cu atât mai mult, presa cu tăvălugi nu necesită mărunțirea tulpinilor, ultima fiind executată numai în măsura necesară mecanizării procesului de încărcare în utilaj și separării aerodinamice a frunzelor de tulpini.

Dependența deformațiilor relative ale tulpinilor de sarcina aplicată $\mathcal{E} = f(P)$ (fig.1) se respectă în cea mai mare măsură la prese cu tăvălugi, unde la intrarea în pasaje (fig.2.c) cu forțe relativ mici, se produce deformarea și deteriorarea tegumentului, iar în zona distanței minime dintre tăvălugi (sarcina maximă) – stoarcerea sucului, care se scurge prin stratul tulpinilor deformat. Dependența $\mathcal{E} = f(P)$ la trecerea tulpinilor prin următoarele pasaje are, probabil, deformații în scădere (fig.1, curbele 2, 3). După alegerea raporturilor optime dintre jocurile pasajelor, cea mai mare parte a energiei în ultimul pasaj va fi consumată pentru presarea masei și extragerea sucului.

RESULTS

After analyzing the existing technologies and equipment for extracting the juice from saccharate plant stems, was argued the necessity of using roller presses to squeeze the juice from the sweet sorghum stems.

To motivate the values of the basic parameters of a press, which, having a reasonable price ensures the necessities of modern production in high quantities of raw juice from sweet sorghum, the work conditions of the pressing process were analyzed.

The initial and compulsory phase of the pressing process is the engaging (laminating) the stems between the rollers. Laminating the solid substances is well reflected theoretically and largely used in the functioning of the corn harvesters [11], aggregates for laminating fodder crops [6], equipment in the food industry [9, 10], metallurgical rolling mills [4]. The next stage of the pressing process is the mechanical squeezing of juice by applying the necessary load. Further, a theoretical analysis will be conducted for the pressing process as a whole (the stages of engaging the stems and squeezing the juice), which is insufficiently reflected in the specialty literature.

REZULTATE

În baza analizei tehnologiilor și utilajelor existente pentru extragerea sucului din tulpinile plantelor zaharoase, a fost argumentată necesitatea utilizării preselor cu tăvălugi pentru stoarcerea sucului din tulpinile sorgului zaharat.

Pentru motivarea valorilor parametrilor de bază ai unei prese, care, având un preț rezonabil, să asigure necesitățile producției moderne în cantități mari de suc brut din sorg zaharat, destinat obținerii etanolului și altor produse, au fost analizate condițiile de lucru ale procesului de presare.

Faza inițială și obligatorie a procesului de presare este antrenarea (laminarea) tulpinilor între tăvălugi. Laminarea substanțelor solide este bine reflectată teoretic și utilizată pe larg în funcționarea combinelor de recoltat porumb [11], agregatelor de laminat culturi furajere [6], utilajelor din industria alimentară [9,10], laminatoarelor metalurgice [4]. Următoarea fază a procesului de presare este stoarcerea mecanică a sucului prin aplicarea sarcinilor necesare. În continuare va fi efectuată analiza teoretică a procesului de presare în ansamblu (faze de antrenare a tulpinilor și stoarcere mecanică a sucului), care este insuficient reflectat în literatura de specialitate.

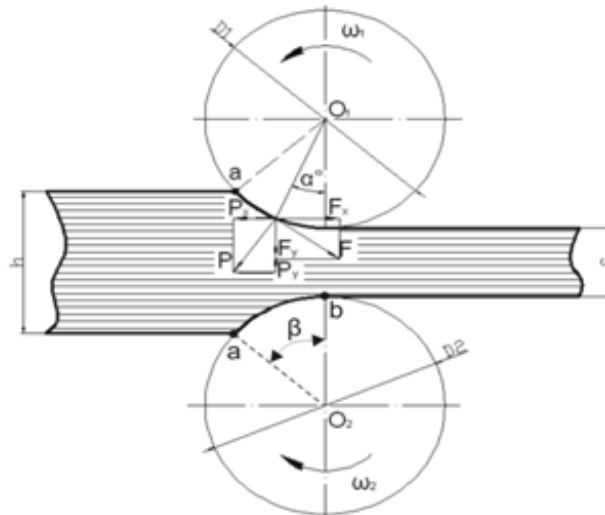


Fig. 3 – Scheme of force applying on material pressed

Stems driving between rollers

When extracting the juice from saccharate plants stems, the most frequent operation is matter pressing between two rollers with equal diameters and rotation speed. Layer of raw material with initial thickness h (fig.3) is pressed up to its thickness s , equal to gap between rollers. According to [4, 6, 10], rollers load on stem layer for each area are perpendicular on contact surface and can be reduced at a resulting force P . Decomposing this force in two perpendicular directions, that of material compression and respectively, its displacement, we receive the components P_y (material is compressed) and P_x (material is pushed from the passage). Except this, the friction forces act tangentially to rollers surface on material, forces shown by resultant F . Decomposing this force on the same directions as P , we obtain the components F_x , which drive the material between rollers and F_y which contributes to material pressing. A detailed study of pressing process has demonstrated that, when rollers approach and gap s in passage

Antrenarea tulpinilor între tăvălugi

La extragerea sucului din tulpinile plantelor zaharoase, cea mai frecventă este presarea materialului între doi tăvălugi cu valori egale ale diametrelor și vitezelor de rotație. Stratul de materie primă cu grosimea inițială h (fig.3) se presează până la grosimea s , egală cu jocul pasajului dintre tăvălugi. Conform [4,6,10], forțele tăvălugilor asupra stratului de tulpini pentru fiecare zonă sunt îndreptate perpendicular pe suprafața de contact și pot fi reduse la o forță rezultantă P . Descompunând această forță în două direcții perpendiculare, a comprimării materialului și respectiv, a deplasării lui, primim componentele P_y (comprimă materialul) și P_x (împinge materialul din pasaj). În afară de aceasta, tangențial suprafeței tăvălugilor asupra materialului acționează forțele de frecare, care pot fi prezentate prin rezultanta F . Descompunând această forță pe aceleași direcții ca și P , obținem componentele F_x , care antrenează materialul între tăvălugi și F_y , care contribuie la presarea materialului. Din studiul mai detaliat al procesului de presare este evident că, la apropierea tăvălugilor cu micșorarea jocului s în pasaj, unghiul de contact α crește

diminishes, the contact angle α increases (if thickness $h=const.$) and force applying point P moves away from line of centre O_1O_2 , which makes component P_x grow on the account of P_y . When force P_x surpasses the component of friction force F_x the roller begins to skid and material displacement stops.

RESULTS

As it results from those said above, the condition of material driving between rollers is:

$$F_x \geq P_x \quad (1)$$

or

sau

$$F \cdot \cos \alpha \geq P \cdot \sin \alpha \rightarrow P \operatorname{tg} \varphi \cos \alpha \geq P \sin \alpha \quad (2)$$

where:

φ is the material friction angle to the roller surface.

From here result:

unde:

φ este unghiul de frecare a materialului pe suprafața tăvălugului.

De aici rezultă:

$$\operatorname{tg} \varphi \geq \operatorname{tg} \alpha \text{ sau } \varphi \geq \alpha \quad (3)$$

In the limit case, when material is stopped when entering the passage, the application point of force P moves to point a ($\operatorname{tg} \varphi \geq \operatorname{tg} \beta$ și $\varphi \geq \beta$). In this case, the distance between centers O_1 and O_2 will be equal to $D+s = D \cos \beta + h$ (fig.4), maximum thickness of layer between rollers can be determined by relation:

În cazul limită, când începe stoparea materialului la intrarea în pasaj, punctul de aplicare a forței P se deplasează în punctul a ($\operatorname{tg} \varphi \geq \operatorname{tg} \beta$ și $\varphi \geq \beta$). În acest caz, distanța dintre centrele O_1 și O_2 va fi egală cu $D+s = D \cos \beta + h$ (fig.4), iar grosimea maximă a stratului antrenat între tăvălugi poate fi determinată din relația:

$$h = D(1 - \cos \beta) + s \quad (4)$$

Where D – roller diameter, m.

Allowable decrease (thinning) of material layer thickness, pressed between rollers, is determined:

unde D - diametrul tăvălugilor, m.

Micșorarea (subțierea) admisibilă a grosimii stratului de material, presat între tăvălugi, se determină:

$$\Delta h = h - s = D(1 - \cos \beta) \quad (5)$$

Taking into consideration the condition of material driving between rollers ($\operatorname{tg} \varphi \geq \operatorname{tg} \beta$) and trigonometric relation $\cos \beta = 1 / \sqrt{1 + \operatorname{tg}^2 \beta}$, we will obtain $\Delta h \leq D(1 - 1 / \sqrt{1 + \operatorname{tg}^2 \varphi})$. In previous researches, it was established that the friction coefficient f of sorghum stems against the metallic surface (steel) depends on their physical state: for whole stems $f=0.4 \div 0.5$, for crushed stems $f=0.5 \div 0.55$. Hence it results that for increasing stems driving in the first passage, they have to be previously crushed, compaction and leveling the layer when entering the passage.

It results that the thickness h and the compression degree Δh of driven layer, for pressing, between two rollers, depend on diameter of rollers D and coefficient of friction ($f=\operatorname{tg} \varphi$) of material on roller surface. Therefore, increasing diameter D and friction coefficient $\operatorname{tg} \varphi$ increase the values of thickness of layer h and its thinness Δh , which not only that improves the engaging conditions of the stems layer, but also increases the productivity of the pressing process Q and the juice squeezing degree GE .

Productivity and liquid extraction degree when material is pressed between rollers

The volume of material passing within a period of time through a passage formed by two rollers, which peripheral speed is equal and only when there is no skidding, is determined by the relation:

Luând în considerație condiția antrenării materialului între tăvălugi ($\operatorname{tg} \varphi \geq \operatorname{tg} \beta$) și relația trigonometrică $\cos \beta = 1 / \sqrt{1 + \operatorname{tg}^2 \beta}$, obținem $\Delta h \leq D(1 - 1 / \sqrt{1 + \operatorname{tg}^2 \varphi})$. În cercetările prealabile este stabilit că coeficientul de frecare f al tulpinilor sorgului pe suprafața metalică (oțel) depinde de starea fizică a acestora: la tulpini întregi $f=0.4 \div 0.5$, la cele strivite $f=0.5 \div 0.55$. De aici rezultă că pentru majorarea probabilității antrenării tulpinilor în primul pasaj este necesar de efectuat strivirea prealabilă a acestora, tasarea și nivelarea grosimii a stratului la intrare în pasaj.

Din cele expuse rezultă că grosimea h și gradul de comprimare Δh a stratului antrenat, pentru presare, între doi tăvălugi, depind de diametrul tăvălugilor D și coeficientul de frecare ($f=\operatorname{tg} \varphi$) a materialului de suprafața tăvălugului. Prin urmare, majorarea diametrului D și a coeficientului de frecare $\operatorname{tg} \varphi$ mărește valorile grosimii stratului h și subțierii acestuia Δh , ceea ce nu numai îmbunătățește condițiile de antrenare a stratului de tulpini, dar și sporește, la rândul său, productivitatea procesului de presare Q , gradul de stoarcere a sucului GE .

Productivitatea și gradul de extragere a lichidului la presarea materialului între tăvălugi

Volumul materialului care trece, într-o unitate de timp, printr-un pasaj format de doi tăvălugi, a căror viteză periferică este egală, și cu condiția lipsei patinării se determină din relația:

$$V = b \cdot h \cdot v \quad (6)$$

where:

b – roller length (the width of the pressing area), m;
 h – thickness of the layer driven between rollers, m;
 v – rollers peripheral speed, m/s.

The mass of material processed within a time unit (productivity) can be determined, knowing the bulk mass (volume mass) γ of the material (kg/m^3).

unde:

b - lungimea tăvălugului (lățimea zonei de presare), m;
 h – grosimea stratului antrenat între tăvălugi, m;
 v – viteza periferică a tăvălugilor, m/s.

Masa materialului prelucrat într-o unitate de timp (productivitatea) poate fi determinată, știind masa în vrac (masa volumetrică) γ a materialului (kg/m^3):

$$Q_{M.V.} = V\gamma = bhv\gamma \quad (7)$$

When material passes through rollers, the layer compresses from h thickness up to s (value of passage). As a result of compressing process, the liquid is released and the volume mass of squeezed material γ_s raises.

The liquid extraction degree can be determined by the relation:

La trecerea materialului printre tăvălugi, stratul se comprimă de la grosimea h până la s (valoarea pasajului). Ca rezultat al procesului de comprimare, are loc eliberarea lichidului din material și creșterea masei volumetrice a materialului stors γ_s .

Gradul de extragere a lichidului poate fi determinat din relația:

$$GE = \frac{Q_{M.V.} - Q_{M.S.}}{Q_{M.V.}} = \frac{Q_s}{Q_{M.V.}}, \quad (8)$$

where $Q_{M.S.}$, Q_s - mass of squeezed material (cane trash) and juice extracted, within a time unit, kg/s:

unde $Q_{M.S.}$, Q_s - masa materialului stors (bagasei) și a sucului extras, într-o unitate de timp, kg/s:

$$Q_{M.S.} = V_s \gamma_s = b \cdot s \cdot v \cdot \gamma_s \quad (9)$$

By replacing $Q_{M.V.}$ and $Q_{M.S.}$ from expressions (7) and (9) in expression (8) we obtain:

Prin substituirea lui $Q_{M.V.}$ și $Q_{M.S.}$ din expresiile (7) și (9) în expresia (8) obținem:

$$GE = 1 - \frac{\gamma_s \cdot s}{\gamma \cdot h} = 1 - k \frac{s}{h} = 1 - k \frac{h - \Delta h}{h}, \quad (10)$$

where $k = \frac{\gamma_s}{\gamma}$ - coefficient of compressing the vegetal mass.

In formula (10) the denominator ($\gamma \cdot h$) reflects the raw material state, and numerator ($\gamma_s \cdot s$) – reflects the squeezed material (cane trash). Maximum theoretical value of extraction degree GE_{max} is determined by fraction of juice in stems f_s , from here:

unde $k = \frac{\gamma_s}{\gamma}$ - coeficientul de comprimare a masei vegetale.

În formula (10) numitorul ($\gamma \cdot h$) reflectă starea materiei prime, iar numărătorul ($\gamma_s \cdot s$) starea materiei stoarse (bagasei). Valoarea teoretică maximă a gradului de extragere GE_{max} este determinată de fracția sucului în tulpini f_s , de aici:

$$GE_{max} = f_s = 1 - \frac{\gamma_s \cdot s}{\gamma \cdot h} = 1 - \frac{\gamma_s}{\gamma} \cdot \frac{h - \Delta h}{h}. \quad (11)$$

As a result, $\frac{\gamma_s \cdot s}{\gamma \cdot h} = 1 - f_s = f_{su}$ and respectively:

Prin urmare $\frac{\gamma_s \cdot s}{\gamma \cdot h} = 1 - f_s = f_{su}$ și respectiv:

$$\frac{s}{h} = f_{su} \frac{\gamma}{\gamma_s} = \frac{f_{su}}{k}, \quad (12)$$

where f_s , f_{su} – mass fractions of juice and respectively, dry substance in pressed stems, %. In each concrete case, values f_s , f_{su} are determined in laboratory conditions, afterwards using the formula (12), the ratio $\frac{s}{h}$ is calculated.

Based on formulae (5) and (11) we are calculating the thickness of layer Δh , allowing to drive the stems and extract the juice with $GE \rightarrow f_s$, namely

$\Delta h = D(1 - \cos \varphi) = h(1 - f_{su} \frac{\gamma}{\gamma_s})$, from where:

unde f_s , f_{su} – fracțiile masice ale sucului și respectiv substanței uscate în tulpinile presate, %. În fiecare caz concret valorile f_s , f_{su} se determină în condiții de laborator, după aceasta, utilizând formula (12), se calculează raportul $\frac{s}{h}$.

În baza formulelor (5) și (11) calculăm subțierea grosimii stratului Δh , care permite antrenarea tulpinilor și extragerea sucului cu $GE \rightarrow f_s$, adică

$\Delta h = D(1 - \cos \varphi) = h(1 - f_{su} \frac{\gamma}{\gamma_s})$, de unde:

$$D = h \frac{1 - f_{su} \cdot \gamma / \gamma_s}{1 - \cos \varphi} = h \frac{1 - f_{su} / k}{1 - \cos \varphi} \quad (13)$$

Thus, calculating h by formula (7) and measuring values of physical properties of pressed material ($f_s, f_{su}, \gamma, \gamma_s, \varphi$), we can determine the diameter of rollers D and gap s . For obtaining high values of extraction degree ($GE \rightarrow f_s$) and conditions of press efficient operating, the material pressing should be performed by passing through several passages along with decreasing step by step the gap s up to the necessary value ($s \rightarrow 0, \Delta h \rightarrow h$), using the constructive parameters (rollers diameter D), kinematic parameters (rollers speed ω) and force (P) with reasonable values.

Rollers diameter D increases along with length of white sector of driving-pressing ($l = R\beta$, fig.3) and respectively, duration of pressing, improving the conditions for letting dry the juice (sector CD, fig.1). Concomitantly with this, it is necessary to increase the load applied on the driving-pressing sector ($P = p_m l B$ where p_m is the average pressure in the pressing are, N/m^2) and assure the uniformity of green matter layer thickness h .

For increasing the extraction degree GE , it is necessary to reduce the gap s of passage, namely $\Delta h \rightarrow h$. But, from the relations (4, 7) it is obvious that value s is limited by Δh for a given value h , which corresponds, at its turn to necessary productivity Q_{mv} . Taking this into consideration, obtaining the extraction degree GE aimed, may be achieved by making the material pass through several squeezing sectors.

When pressing the material, it is necessary to obtain not only the press functionality with secure driving of stems, but also high values for productivity and extraction degree, and minimum energy consumption.

Power consumed when pressing the material between rollers

As we recently mentioned, for ensuring the stems driving and pressing by the rollers, it is necessary to apply a force P on material, which is perpendicularly headed on the contact surface (fig.4). In order to act the rollers with speed ω , according to [4], a torsion moment is necessary:

$$M_t = 2 P \psi l \quad (14)$$

where ψ - coefficient of arm, $\psi = \frac{\alpha}{\beta} = \frac{l_p}{l}$,

$-\alpha, \beta$ - angles of applying the force P and respectively the driving-pressing sector ;

- l_p, l - length of arm of applying the force P and respectively the driving-pressing sector .

From formula (5) it comes out that, $\Delta h = D(1 - \cos \beta)$,

and from trigonometry, it is known that $1 - \cos \beta = 2 \sin^2 \frac{\beta}{2}$,

then:

$$\Delta h = 2 D \sin^2 \frac{\beta}{2} \quad (15)$$

For smaller values of angle β : $\sin \beta = \beta$, from where

$$\Delta h = 2 D \frac{\beta^2}{4} = R \beta^2 \quad (16)$$

Length of driving – pressing sector is equal:
 $l = \beta R$, where R - pressing roller radius.

Așadar, calculând h după formula (7) și măsurând valorile proprietăților fizice ale materialului presat ($f_s, f_{su}, \gamma, \gamma_s, \varphi$), se determină diametrul tăvălugilor D și jocul s . Pentru obținerea valorilor înalte ale gradului de extragere ($GE \rightarrow f_s$) și condițiile de funcționare eficientă a presei, este necesar ca presarea materialului să fie realizată în baza trecerii lui prin mai multe pasaje cu scăderea treptată a jocului s până la valoarea necesară ($s \rightarrow 0, \Delta h \rightarrow h$), utilizând parametrii constructivi (diametrul tăvălugilor D), cinematici (viteza tăvălugilor ω) și de forță (P) cu valori rezonabile.

Majorarea diametrului tăvălugilor D sporește concomitent lungimea sectorului ab de antrenare-presare ($l = R\beta$, fig.3) și respectiv, durata presării, îmbunătățind condițiile pentru scurgerea sucului. Concomitent, în aceste condiții, este necesară mărirea sarcinii aplicată asupra sectorului de antrenare-presare ($P = p_m l b$, unde p_m este presiunea medie în zona de presare, N/m^2) și asigurarea uniformității grosimii stratului de masă verde h .

Pentru majorarea gradului de extragere GE , este necesară micșorarea jocului s al pasajului, adică $\Delta h \rightarrow h$. Însă din relațiile (4, 7) este evident că valoarea s este limitată de Δh pentru o valoare dată h , care corespunde, la rândul său, productivității necesare Q_{mv} . Luând în considerație acest fapt, obținerea gradului dorit de extragere GE , poate fi realizată prin trecerea materialului prin mai multe pasaje de stoarcere.

La presarea materialului este necesar să se obțină nu numai funcționalitatea presei cu antrenarea sigură a tulpinilor, valori înalte ale productivității și gradului de extragere (stoarcere) a sucului, dar și un consum minim de energie.

Puterea consumată la presarea materialului între tăvălugi

După cum a fost recent menționat, pentru asigurarea procesului antrenării și presării tulpinilor din partea tăvălugilor este necesar de aplicat asupra materialului forța P , care este îndreptată perpendicular suprafeței de contact (fig.4). Pentru acționarea tăvălugilor cu viteza ω , conform [4], este necesar moment de torsiune:

unde ψ - coeficientul brațului, $\psi = \frac{\alpha}{\beta} = \frac{l_p}{l}$,

$-\alpha, \beta$ - unghiuri de aplicare a forței P și respectiv a sectorului de antrenare - presare;

- l_p, l - lungimile brațului de aplicare a forței P și respectiv a sectorului de antrenare-presare.

Din formula (5) reiese, că $\Delta h = D(1 - \cos \beta)$, totodată

din trigonometrie se cunoaște că $1 - \cos \beta = 2 \sin^2 \frac{\beta}{2}$,

atunci:

Pentru valori mici ale unghiului β : $\sin \beta = \beta$, de unde:

Lungimea sectorului de antrenare-presare este egală:
 $l = \beta R$, unde R - raza tăvălugului de presare.

It results, $\beta = \frac{l}{R}$, from where $\Delta h = R \frac{l^2}{R^2} = \frac{l^2}{R}$ și $l = \sqrt{R \cdot \Delta h}$. Then:

$$M_t = 2P\psi l = 2P\psi \sqrt{R\Delta h} = 2p_m\psi BR\Delta h \quad (17)$$

where p_m – average pressure in driving-pressing sector ($p_m = \frac{P}{Bl} = \frac{P}{B\sqrt{R \cdot \Delta h}}$); B – width of driving-pressing sector

According to author's experimental data [1,5], values of arm coefficient are within the limit of $\psi = 0,33 \div 0,67$, the average value being $\psi = 0,5$, then the torsion moment is $M_t = P\sqrt{R\Delta h} = p_m BR \Delta h$.

Power consumed for achieving the process of driving-pressing the green matter will be equal to:

$$N = M_t \omega = P\sqrt{R\Delta h} \omega = p_m BR \Delta h \omega \quad (18)$$

Thus, the secure driving conditions of green matter impose the rollers diameter D , the friction coefficient f to be as high as possible (formula 5). At the same time, values of productivity Q_{mv} and extraction degree GE are directly proportional with the layer thickness h and respectively the thinness Δh (formulae 7, 10), these ones being proportional with the rollers diameter D , namely, h_{max} , Q_{mv} , $GE=f(D)$. At the same time, increasing the rollers diameter determines the growth of torsion moment and consumed power M_t , $N = f(D)$ at the same pressure and angular speed ($p_m, \omega = const$).

Value of rollers diameter D is imposed by press productivity Q_{mv} and secure driving requirements of vegetal matter. This value is initially calculated and then experimentally checked. Real maximum values of diameter D are limited by energetic capacities of press users and technological possibilities of machinery building enterprises. More complex is the determination of force parameters values (P , p_m), speed (ω , V), rollers placement (s).

CONCLUSIONS

1. Based on equipment analysis and existing theories, for extracting the juice from sweet sorghum the roller press is recommended, which ensures a high degree of juice extraction and high productivity with reduced consumption of energy, because this press ensures a better extraction of juice than other presses (hand press, screw press).

2. It is argued the dependency of the juice extraction degree GE to the K coefficient of increasing the density of pressed material, the clearance s between the rollers and the initial thickness h of the pressed material. It was argued that a desired degree of extraction can be achieved by passing the material through various squeezing passages, gradually decreasing the clearance s until it reaches the necessary value.

REFERENCES

- [1]. Antohe I., (2006) – *Culture of saccharate sorghum and its total industrialization. Perspective Romanian agriculture sustainable development prospects*, Bucharest, Chiminform Data, 302 p. ISBN 973-88183-1-1; 978-973-88183-1-6;
[2]. Grassi G., Pietro Moncada P.C., Zibetta H., (1992) – *Promising industrial energy crop: Sweet Sorghum*.

Prin urmare, $\beta = \frac{l}{R}$, de unde $\Delta h = R \frac{l^2}{R^2} = \frac{l^2}{R}$ și $l = \sqrt{R \cdot \Delta h}$. Atunci:

unde p_m - presiunea medie în sectorul de antrenare - presare ($p_m = \frac{P}{Bl} = \frac{P}{B\sqrt{R \cdot \Delta h}}$); B - lățimea sectorului de antrenare – presare.

Conform datelor experimentale ale autorilor [1,5], valorile coeficientului brațului se află în limita $\psi = 0,33 \div 0,67$, valoarea medie fiind $\psi = 0,5$, atunci momentul de torsiune $M_t = P\sqrt{R\Delta h} = p_m BR \Delta h$.

Puterea consumată pentru realizarea procesului de antrenare-procesare a masei verzi va fi egală:

Așadar, condițiile de antrenare sigură a masei vegetale impun, ca valorile diametrului tăvălugilor D , coeficientului de frecare f să fie maxim posibil (formula 5). Totodată, valorile productivității Q_{mv} și gradului de extragere GE depind direct proporțional de grosimea stratului h și respectiv de subțierea stratului Δh (formulele 7, 10), acestea, la rândul său, fiind dependenți direct proporțional de diametrul tăvălugilor D , adică, h_{max} , Q_{mv} , $GE=f(D)$. Simultan majorarea diametrului tăvălugilor are drept consecință creșterea momentului de torsiune și a puterii consumate M_t , $N = f(D)$ la aceeași presiune și viteza unghiulară ($p_m, \omega = const$).

Valoarea diametrului tăvălugilor D este impusă de productivitatea preseii Q_{mv} și cerințele de antrenare sigură a masei vegetale. Aceasta valoare inițial se calculează și apoi se verifică experimental. Real valorile maxime ale diametrului D sunt limitate de capacități energetice ale utilizatorilor preselor și de posibilități tehnologice ale întreprinderilor constructoare de mașini. Mai complexă este determinarea valorilor parametrilor de forțe (P , p_m), viteză (ω , V), poziționare a tăvălugilor (s).

CONCLUZII

1. În baza analizei utilajelor și teoriilor existente, pentru extragerea sucului din tulpinile sorgului zaharat este recomandată presa cu tăvălugi, care asigură un grad ridicat de extragere a sucului și productivitatea înaltă cu consum redus de energie datorită faptului că în așa tip de prese se pot asigura condiții mai bune de stoarcere a sucului din tulpinile sorgului decât în alte prese (cu teasc, melc).

2. Este argumentată dependența gradului de extragere a sucului GE de coeficientul K de majorare a densității materialului presat, jocul s dintre tăvălugi și grosimea inițială h a materialului presat. S-a argumentat că obținerea gradului dorit de extragere poate fi realizată datorită trecerii materialului prin mai multe pasaje de stoarcere, cu scăderea treptată a jocului s până la valoarea necesară.

BIBLIOGRAFIE

- [1]. Antohe I., (2006) - *Cultura sorgului zaharat și industrializarea lui totală. Perspective pentru dezvoltarea durabilă a agriculturii românești*, București, Chiminform Data, pag.302, ISBN 973-88183-1-1; 978-973-88183-1-6;
[2]. Grassi G., Pietro Moncada P.C., Zibetta H., (1992) – *Culturile energetice promițătoare: Sorgul zaharat*.

Recent developments in Europe, Commission of the European Communities, p.73;

[3]. Hăbășescu I., Cerempei V. et al., (2009)- *Energy from biomass, technologies and technical methods*, Editura Bons Offices Publishing, Chișinău, p.368;

[4]. Korolev A.A., (1969) – *Construction and calculation of machines and mechanisms for rolls*, Metallurgia Publishing, Moscow, p.277;

[5]. Hăbășescu I., Cerempei V., Molotcov Iu., Raicov V., (2013) – *Installation for researching the pressing processes of sweet sorghum*, in Materials of the International Scientific Symposium “Modern Agriculture – Achievement and Perspectives”, vol.38, pg.39-43, ISSN 978-9975;

[6].Melnikov S.V.,(1978) – *Mechanization and automation of animal farms*, Spic Publishing, Leningrad, p.560;

[7]. Sapronov A.R., (1983)- *Technology of sugar*. Food and Consumer Industry Publishing, Moscow, 292 p.

[8]. Smith ș.a., (1987) - *Evolution of Sweet Sorghum for fermentable Sugar production Potential*. In: Crop Science, vol. 27, nr. 4, 1, p. 788-790;

[9]. Sokolov A., (1969) – *Bases of calculus and design of machines and automated installations in food production*, Publishing: Machinery Manufacturing Industry, Moscow, 640 p.;

[10]. Stabnicov V.N., (1976) – *Processes and apparatus in food production*, Food Industry Publishing House, Moscow, 664 p.;

[11]. Șatilov K.V. ș.a., (1981) – *Maize harvesting machines*, Machinery Manufacturing Industry Publishing, Moscow, 224 p.

Evoluțiile recente din Europa, Comisia Comunităților Europene, pag.73;

[3]. Hăbășescu I., Cerempei V. și alții, (2009)- *Energie din biomasă: tehnologii și mijloace tehnice*, Editura Bons Offices, Chișinău, pag.368;

[4]. Korolev A.A., (1969) - *Construcția și calculul mașinilor și mecanismelor pentru laminoare*, Editura Metallurgia, Moscova, pag.277;

[5]. Hăbășescu I., Cerempei V., Molotcov Iu., Raicov V., (2013) - *Instalația pentru cercetarea proceselor de presare a tulpinilor de sorg zaharat*, Materialele simpozionului Științific Internațional „Agricultura Modernă – Realizări și Perspective”, vol.38, pag.39-43, ISSN 978-9975;

[6]. Melnikov S.V.,(1978) – *Mecanizarea și automatizarea fermelor zootehnice*, Editura Spic, Leningrad, pag.560;

[7]. Sapronov A.R.,(1983) – *Tehnologia zahărului*. Editura Industria Alimentară și Ușoară, Moscova, pag.292.

[8]. Smith ș.a., (1987) – *Evoluția sorgului zaharat pentru potențialul de producție a zahărului fermentabil*. Știința Recoltării, vol. 27, nr.4,1, pag.788-790;

[9]. Sokolov A., (1969) – *Bazele calculului și proiectării mașinilor și automatelor în producția alimentară*, Editura: Industria Construcțiilor de Mașini, Moscova, pag.640;

[10]. Stabnicov V.N., (1976) – *Procese și aparate în producția alimentară*, Editura Industria Alimentară, Moscova, pag.664;

[11]. Șatilov K.V. ș.a., (1981) – *Mașini de recoltat porumb*, Editura: Industria Construcțiilor de Mașini, Moscova, pag.224.