

# ELECTROPLASMOLIZA MERELOR ȘI STRUGURILOR CU IMPULSURI BIPOLARE

Natalia Popova, Andrei Papcenco, Mircea Bologa,  
Institutul de Fizică Aplicată al Academiei de Științe din Republica Moldova  
str. Academiei 5, Chișinău, MD-2028,  
mbologa@asm.md andrei.papcenco@mail.ru

**Abstract:** The results of experimental studies of the effect of linear bipolar pulses on the efficiency of electropasmolysis of raw plant material in comparison with phase pulses are presented. It is shown that linear bipolar pulses in comparison with phase pulses accelerates the process of plasmolysis and reduces power inputs for its implementing in several times.

## 1. Introducere

În producțiile preocupate de extragerea componentelor prețioase din materia primă vegetală un proces important prezintă distrugerea membranelor semipermeabile ale celulelor țesutului. De gradul dezagregării lor depinde extragerea sucului și consumurile de energie. Sunt cunoscute diferite metode de sporire a permeabilității celulelor materiei prime: fărâmițarea, prelucrarea termică și cu preparate cu fermenți, electropasmoliza. Printre ele electropasmoliza se deosebește prin viteza mare a prelucrării. Esența procesului constă în faptul că sub acțiunea curentului electric are loc pierderea semipermeabilității învelișului celulelor, se micșorează rezistența specifică a țesutului, crește permeabilitatea lor și extracția sucului.

## 2. Situația în domeniu

Sub acțiunea curentului electric în țesutul vegetal se petrec schimbări morfologice și fiziologice esențiale, care au atras atenția cercetătorilor din diferite țări [1–12].

Mecanismul electropasmolizei rămâne neidentificat. S-au propus diversități: încălzirea selectivă a învelișurilor plasmatiche ale celulelor cu curent electric; încălzirea Joule a țesutului biologic până la 80–140°C; electrodeformarea prin comprimarea membranelor celulelor, migrarea difuzională a umezelei în câmp electric [13–16].

Este cunoscută influența de excitare a curentului electric asupra țesutului viu; are loc deplasarea ionilor, totodată mișcării lor în ambele direcții împiedică învelișurile semipermeabile. În consecință, la membranele semipermeabile se schimbă concentrația ionilor, distribuirea lor neomogenă, ce cauzează excitarea electrică, însoțită de sporirea permeabilității. Astfel, curentul electric, trecând prin țesutul vegetal, provoacă sporirea permeabilității, în plus la atingerea unui grad de excitare, în celulă pot avea loc schimbări ireversibile, care duc la atrofierea protoplasmului și prin urmare la pierderea completă a semipermeabilității [14].

Pentru o înțelegere mai adecvată a procesului plasmolizei au fost propuse schemele electrice de înlocuire a structurilor celulare și modelele matematice ale celulelor cu folosirea elementelor RC [13], schemele de înlocuire a celulei vegetale, a țesutului inițial și fărâmițat, la fel ca și a țesutului electropasmolizat [17].

Plasmoliza materiei prime se efectuează cu curent electric continuu, alternativ și cu impulsuri: se disting electropasmoliza cu gradient înalt (1800–2000)V/cm și mic

(10–130) V/cm. În cazul electropasmolizei cu impulsuri la țesutul vegetal comprimat se aplică impulsuri scurte de tensiune înaltă și mare putere. În rezultat se petrece rupearea învelișurilor celulelor, se accelerează procesul prelucrării și crește eficacitatea lui [18–25].

Se cercetează de obicei procesul plasmolizei cu curent alternativ prin contact, deoarece este problematic de a realiza surse de alimentare complicate. Pentru reglarea lentă a tensiunii la electrozi în procesul plasmolizei, de regulă, se folosește reglator de putere cu tiristori, care funcționează în regimul sarcinilor de fază la tensiunea 220V.

Durata procesului depinde de valoarea tensiunii aplicate și distanța dintre electrozi. În baza cercetărilor efectuate s-a determinat influența intensității câmpului electric asupra schimbării rezistenței specifice a diferitor materii prime.

Raportul conține rezultatele cercetărilor electropasmolizei strugurilor Izabella și a merelor Aidared, caracteristice complexului agrar al Republicii Moldova. Cercetările privind influența impulsurilor bipolare liniare în sistemul de alimentare cu neutrăla legată la pământ au confirmat că intensitatea câmpului electric joacă un rol important la sporirea eficienței electropasmolizei materiei prime vegetale. Procesul se accelerează de 3–5 ori în comparație cu acțiunea impulsurilor bipolare fazice.

Pentru optimizarea procesului s-a propus tratarea materiei prime vegetale cu impulsuri bipolare lineare cu amplitudinea reglată de la 0 la 380V, ce permite accelerarea esențială a procesului.

Pentru realizarea metodei propuse s-a folosit instalația prezentată în Fig. 1 și diagrama impulsurilor (Fig. 2) pentru tratarea electrică a materiei prime vegetale.

Materia primă fărâmițată trece prin electropasmolizator. Tensiunea sinusoidală de la rețeaua cu trei faze cu neutrăla legată la pământ  $U_r$  (Fig. 1) este admisă la intrarea generatorului de impulsuri  $I_0$ , la fel ca și prin sinistorii 4–6, la rezistențele de sarcină  $R_1 - R_3$ , cuplate în formă de stea și la electrozii 3 ai electropasmolizatorului  $I$ . Generatorul generează impulsurile  $U_p$ , detașate față de începutul semiperioadei fiecărei faze cu timpul  $t$ , a tensiunii rețelei  $U_r$ . După introducerea signalului  $U_c$  la electrozii de comandă a semistorilor 4–6 datorită rezistențelor de comandă  $R_1 - R_3$ , conectate în formă de stea cu fir legat de pământ, ei se deschid și tensiunea în formă de impulsuri bipolare este admisă la electrozii electropasmolizatorului. În rezultat, tratarea materiei prime se realizează

ză cu impulsuri bipolare lineare frontal abrupte și tăietură ușor înclinată.

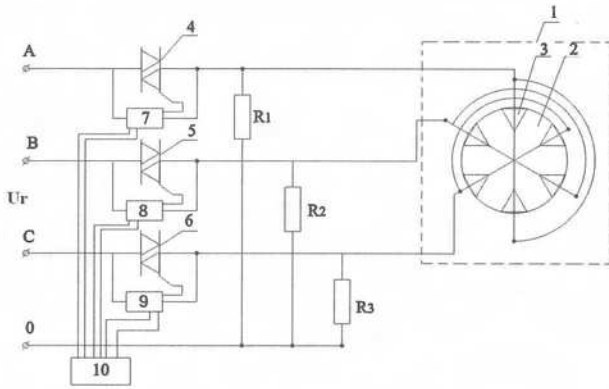


Fig. 1. Schema instalației pentru electroplasmoliza materiei prime vegetale cu impulsuri liniare bipolare frontal abrupte și tăietură ușor înclinată: 1 – electroplasmolizator, 2 – zona plasmolizei, 3 – electrozi; 4, 5, 6 – simistori; 7, 9 – blocurile de comandă.  $R_1, R_2, R_3$  – rezistențe de sarcină, cuplate în formă de stea, 10 – generator de impulsuri.

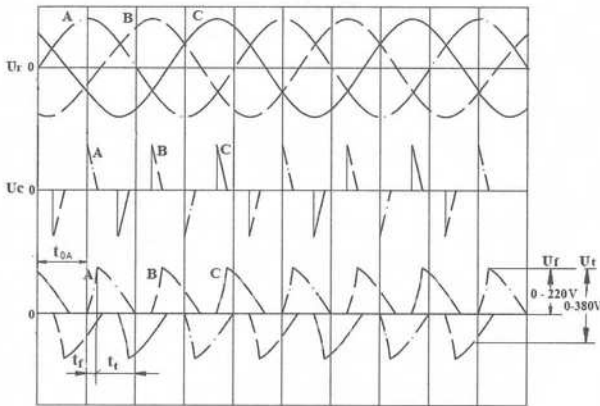
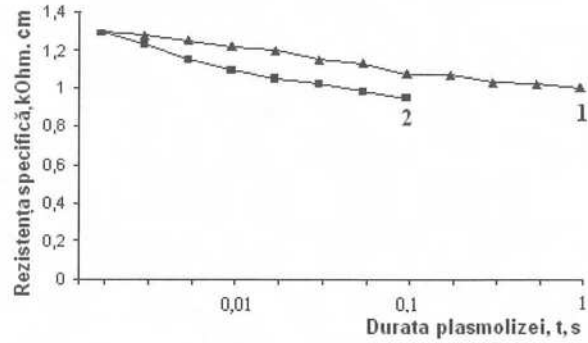


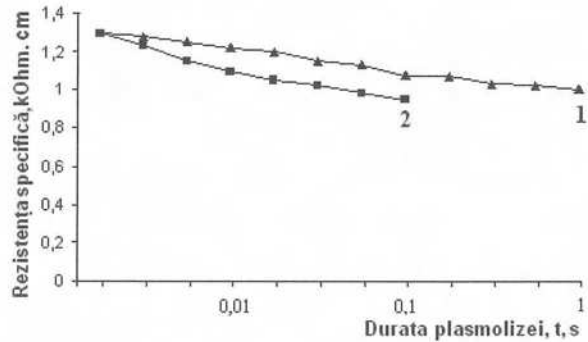
Fig. 2. Diagramele impulsurilor frontal abrupte și cu tăietura ușor înclinată:  $U_r$  – tensiunea rețelei cu trei faze de curent alternativ cu neutra legată la pământ;  $U_c$  – amplitudina impulsurilor de comandă;  $U_t$  – amplitudina impulsurilor fazice de comandă;  $U_i$  – amplitudina impulsurilor de tratare.

Utilizarea impulsurilor bipolare lineare în comparație cu cele fazice permite mărirea tensiunii la electrozi până la 380V. Pentru verificarea eficienței procesului plasmolizei s-a cercetat influența impulsurilor bipolare în comparație cu cele fazice asupra duratei plasmolizei: s-au obținut dependențele rezistenței specifice a merelor fărâmițate și a strugurilor de durata plasmolizei (Fig. 3a,b) pentru impulsurile liniare (curba 1) și fazice (curba 2) bipolare.

Astfel, la utilizarea impulsurilor bipolare lineare în comparație cu cele fazice durata plasmolizei se reduce de 3–5 ori. Această reducere poate fi explicată prin dependența care leagă caracteristicile fizice ale electroplasmolizei.



a)



b)

Fig. 3. Dependența rezistenței specifice a merelor fărâmițate Aidaret (a) și strugurilor Izabella (b) de durata plasmolizei la utilizarea impulsurilor liniare (curba 1) și fazice (curba 2) bipolare cu amplitudinile 220 și 380V, distanța dintre electrozi 2 cm.

$$\Delta W = UIt/m = E^2t/\rho, \text{ W} \times \text{oră}/\text{kg};$$

$$t = \Delta W \rho / E^2, \text{ s.}$$

Aici:  $\Delta W$  – energia specifică a plasmolizei,  $\text{W} \times \text{oră}/\text{kg}$ ;  $r$  – rezistența specifică medie a materiei prime vegetale,  $\text{Ohm} \times \text{cm}$ ;  $E$  – intensitatea câmpului electric,  $\text{V}/\text{cm}$ ;  $t$  – durata plasmolizei, s;  $U$  – tensiunea la electrozi, V;  $I$  – intensitatea curentului, A;  $m$  – masa materiei prime în camera de plasmoliză, kg.

Durata plasmolizei este direct proporțională energiei specifice a plasmolizei și invers proporțională pătratului intensității câmpului electric. Astfel, folosirea impulsurilor electrice liniare în sistemul de alimentare cu neutra legată la pământ, accelerează procesul plasmolizei în comparație cu impulsurile bipolare fazice [14].

Putem concluziona că plasmoliza materiei prime vegetale prezintă o metodă eficientă de sporire a permeabilității celulare și asigură o extragere mai integrală a componentelor valoroase.

A fost elaborată metoda electroplasmolizei cu impulsuri bipolare liniare frontal abrupte și cu tăietură ușor înclinată în sistemul de alimentare cu neutra legată la pământ, care se deosebește de cele cunoscute prin accelerarea procesului plasmolizei și reducerea consumului de energie. Experimental s-a determinat că impulsurile bipolare liniare frontal abrupte și cu tăietură ușor înclinată accelerează procesul plasmolizei de 3–5 ori. S-a elaborat și realizat un plasmolizator cilindric în flux continuu cu o cameră

care asigură intensitatea omogenă a câmpului în zona de plasmoliză. S-a utilizat sursa de alimentare, care datorită rezistențelor de sarcină, permite reglarea lentă a plasmolizei.

### 3. Bibliografie

[1] Jilkin V.M., Gribkov A.N., Muromtsev Iu.L., Otsenka rezulativnosti protsessu podgotovki rastitelinykh materialov k obezvozhivaniu. *Vestnik TGTU*, Tambov, Izd. Tambovskogo gosud. tehn. univ., **15**, 410, 2009.

[2] Martin Sack, Christian Eing, Thomas Berghofer, Lothar Buth, Rene Stangle, Wolfgang Frey, and Hansjoachim Bluhm, Electroporation-Assisted Dewatering as an Alternative Method for Drying Plants, Karlsruhe Institute of Technology, *Transactions on plasma science*, **36**, 5, 2008.

[3] Ngadi M.O., Bazhal M.I., Raghavan G.S.V., Engineering Aspects of Pulsed Electroporation of Vegetable Tissues, *Agricultural Engineering International: the CIGR Journal of Scientific Research and Development*, Invited Overview Paper, **5**, February McGill University, Quebec, Canada, 2003.

[4] Popova Natalia, Analiza posibilităților de micșorarea energiei de consum specifice la producerea aperitivelor din conserve de legume, *Conferența fizicienilor din Moldova*, CFM-2007, 163, 2007.

[5] Hristiuk V.T., Sovremennye sposoby elektrofizicheskogo vozdeistviia na biosistemy, pischevoe syrie i jidkie pischevye sredy, *Izvestia vuzov. Pischevaea tehnologia*, 155, 2008.

[6] Alekseenko E.V., Dikareva Iu.M., Vliianie uslovii biokataliza iagod oblepihi na vyhod soka, *Hranenie i pererabotka selihoz syriia*, 9, 38, 2012.

[7] Djarullaev D.S., Mustafaeva K.K., Sposob uvelichenia vyhoda soka iz oblepihi, *Jurnal Pivo i napitci*, Izd. Pischevaia promyshlennosti, Moscva, 3, 28, 2008.

[8] Mihailova T.N., Effektivnosti elektroobrabotki iablocinoi strujku dlea intensivifikatsii pressovanie dlea poluchenia soka, Ref. *Jurnal Pischevaea i pererabatyvaiushaia promyshlennosti*, 1, 289, 2003.

[9] Badallean Z.V., Stepanova E.F., Izucenie vozmojnosti sovershenstvovanie tehnologii soka podorojnika, Peatigorskakaa gosudarstvennaea farmatsevticeskkaa akademiia, *Sovremennye nauko-emkie tehnologii*, 1, 32, 2011.

[10] Vavilova O.I., Modelirovanie i eksperimentalnoe issledovanie kinetiki izmelichenia pischevogo syriia pod deistviem impulsnogo elektricheskogo polea, *Pischevaea i pererabatyvaiushaia promyshlennosti*, 1, 45, 2004.

[11] Klimova E.V. Sravnenie antioksidantnoi aktivnosti morkovnogo soka, stabilizirovannogo impulsnym elektricheskim polem vysokogo napreajeniia, *Pischevaea i pererabatyvaiushaia promyshlennosti*, 2, 501, 2011.

[12] Terecik V.A., Vliianie ceastoty i formy signala peremennogo elektricheskogo toka, primeneaiushchego

sea dlea predvaritelinogo nagreva, na skorosti sushki i vyhod plodovykh i iagodnykh sokov, *Pischevaea i pererabatyvaiushaia promyshlennost*, 2, 642, 2001.

[13] Popova N., Papcenco A., Bologa M., Influența impulsurilor electrice asupra structurii celulelor materiei prime vegetale, *ARA-35*, Universitatea «Politehnica» Timișoara, România, 2011, 135.

[14] Popova N., Papcenco A., Bologa M. Dynamics of the treatment of vegetal raw materials by electroporation, *Int. Conf. MSCMP*, Chisinau, 2012, 291.

[15] Gulyi I.S., Lebovka N.I., Mank V.V., Kupcik M.P., Bajal M.I., Matvienko A.B., Papcenco A.Ia., *Nauchnye i prakticheskie printsipy elektricheskoi obrabotki pischevykh produktov i materialov*, Kiev, 1994.

[16] Cizmadjev Iu.A., Pastushenko V.A., Elektricheskoe stabilizirovanie biologicheskikh i modelnykh membran, *Biologicheskoe membrany*, 6, 10, 1013, 1989.

[17] Papcenco A.Ia., Popova N.A., Cebanu V.G., Bologa M.K., Elektropasmoliz v tehnologii pererabotki krasnykh sortov vinograda, *Elektronnaiia obrabotka materialov*, 2, 80, 2010.

[18] Zagoruliko A.Ia., Poluchenie diffuzionnogo soka s pomoschiu elektropasmoliza, *Avtoreferat kand. dis.*, Kiev, 1958.

[19] Papcenco A., Popova N., Ciobanu V., Elektropasmoliza în tehnologia extragerii sucului din poamă, *Conferența fizicienilor din Moldova*, CFM-2007, 165.

[20] Papcenco A., Popova N., Ciobanu V., Berzoi S., Grecu G., Influența prelucrării electrice a strugurilor „Izobela” asupra extragerii sucului și lor calitativi, *Lucrările Conferinței Naționale de termotehnică*, Ediția a Ploiești, 232, 2007.

[21] Papcenco A., Popova N., Ciobanu V., Elektropasmoliza în tehnologia extragerii sucului din poamă, *Conferența fizicienilor din Moldova*, CFM-2007, 165, 2007.

[22] Papcenco A., Popova N., Elektropasmolizator pentru materiei prime vegetale, Registrul Național de Cereri de Brevet, №4643 din 24.05.2007.

[23] Papcenco A.Ia., Berzoi S.E., Bologa M.K., Botoshan N.I., Popova N.A., Lymari A.S., Ustanovka dlea elektricheskoi obrabotki rastitelinogo syriia, *Avtorskoe svi-detelstvo SUN 1791981 A1*, 1 octombrie, 1992.

[24] Popov N., Botoșanu N., Papcenco A., Berzoi S., Țârdea I., Ciobanu V., Proprietățile optice a sucului de portocale primit din materia primă electropasmolizată, *Conferința Națională de termotehnică cu participare internațională*, ediția a IX-a, 27–30 mai 1999, Craiova, 203.

[25] Popova N., Elektropasmoliz v tehnologii proizvodstva ikry iz kabacikov, *Nauchnye trudy Ukrainskogo gosudarstvennogo universiteta pischevykh tehnologii*, Kiev, 10, 174, 2001.