

## GIDA SANAYİNDE KULLANILAN ELEKTROPLAZMOLİZATÖRLER

### ELECTROPLASMOYZATORS IN FOOD INDUSTRY

Fikret PAZIR Shukrat OKILOV

E.Ü. Mühendislik Fakültesi, Gıda Mühendisliği Bölümü. İzmir

**ÖZET:** Bu makalede gıda sanayiindeki elektroplazmolizatörlerin kullanım alanları, elektroplazmolize etki eden faktörler ile elektroplazmolizatörlerin sınıflandırılması yapılmıştır. Elektroplazmolizatörler; gradiyent potansiyele, elektrik akımının frekansına, ürünün besleme durumuna, elektrik faz sayısına, elektrik işleminin devamlılığına, kontrol edilebilen parametrelere, elektrodların hareket edebilirliklerine ve cihazın yapısına göre sınıflandırılırlar. Bunlardan en yaygın olanı ise cihazın yapısına (kutulu, valsli, iğneli, borulu, helezonlu ve paketli) göre olanıdır.

**SUMMARY:** In this article the area of use of electroplasmolyzators in food industry, factors effecting electroplasmolyses and the classification of electroplasmolyzators have been studies. Electroplasmolyzators can be classified as their gradient potential, frequency of electrical flow, way of substrate feeding, number of electric phase, continuity of electrical operations, parameteres that can be controlled, movability of the electrode and the structure of the electroplasmolyzators (box type, waltz type, pipe type, package type, pin type, spiral type).

#### GİRİŞ

Meyve suyu sanayiinde önemli teknolojik hedeflerden biri, en yüksek şıra verimini elde etmektir. Şıra verimi plazmatik teorisi ile açıklanmaktadır. Plazmatik teorisine göre; hücrelerden şıra çıkışına engelleyici en önemli faktör plazmik zarıdır (FLAUMENBAUM ve ark. 1986). Üründen yüksek şıra verimini alabilmek için hücre plazmik zarın parçalanması gerekmektedir. Plazmik zarın parçalanması değişik yöntemler ile yapılmaktadır; mekanik parçalama, enzim ve ısı uygulamaları, iyonize ışınlatma, iyonize ışınlatma, ultrasonik uygulaması ve elektroplazmoliz uygulamalarıdır.

Plazmik teorisine dayanarak 1949 yılında Rus bilim adamı B.L. FLAUMENBAUM presleme öncesi meyvelere elektrik akımı uygulayarak - ELEKTROPLAZMOLİZİ geliştirmiştir. FLAUMENBAUM ve ark. (1986) bitkisel dokuların direkt olarak elektrik akımı ile işleme tabi tutulmasını ELEKTROPLAZMOLİZ olarak tanımlamaktadır. Veya başka bir deyimle; Direkt elektrik akım etkisi ile hücrelerde oluşan plazmoliz olayına ELEKTROPLAZMOLİZ denilmektedir. Gıda sanayiinde elektroplazmoliz işlemi,

- Meyve suyu üretiminde, şıra verimini yükseltmek,
- Salça üretiminde, pulper verimi artırmak ve evaporasyon süresini kısaltmak,
- Şeker üretiminde, özütleme işleminin süresini kısaltmak amacı ile uygulanabilir (LAZERKANKO ve ark., 1977; NOVIKOV ve ark., 1988; McLELLON ve ark., 1991).

#### ELEKTROPLAZMOLİZ İŞLEMİNİ ETKİLEYEN FAKTÖRLER

Elektroplazmoliz işlemine

- Elektriksel alan şiddeti (gradiyent potansiyeli)
- İşlem süresi,
- Ürünün elektriksel özellikleri,
- İşlem sıcaklığı,
- Ürünün partikül büyüklüğü (parçalanma derecesi)

gibi faktörler etki etmektedir. Elektroplazmoliz işleminde elektrodlar arasında elektriksel alan oluşmaktadır. Bu alanın şiddeti ise;

$$E = U/d$$

E = Elektriksel alan şiddeti (gradiyent potansiyel) (v/cm)

U = Elektriksel gerilim (v)

d = Elektrodlar arası mesafe (cm)

KAZANDJIY ve FLAUMENBAUM (1969) çeşitli meyveleri, farklı gradiyent potansiyelerde işleme tabi tutmuşlar. Aynı gradient potansiyelde işlenen meyvelerin işlem sürelerinin meyveden meyveye değiştiğini ve işlem süresinin gradiyent potansiyelin karesi ile ters orantılı olduğunu tesbit etmişlerdir.

Bu orantının analitik ifadesi ise;

$$\Gamma_{i\dot{s}} = K_e / Gr^2$$

$\Gamma_{i\dot{s}}$  = İşlem süresi

$K_e$  = Ürünün elektrod dayanıklılığını göstere sabite ( $V^2 \cdot S / cm^2$ )

$Gr$  = Alan şiddeti (gradiyent potansiyel (V/cm))

Ürünün elektrod dayanıklılık sabitesi eksponental eğri ile ifade edilmektedir. Bu eğri gradiyent potansiyel ile işlem süresinin ilişkisini gösterir. Eğer bu eğri yarı logaritmik koordinata yerleştirilirse eğri doğru hale gelmektedir. Eğrinin analitik ifadesi şöyledir;

$$Lg \frac{\Gamma_i}{\Gamma_e} = \frac{Gr_e - Gr_i}{Gr}$$

$\Gamma_i$  =  $Gr_i$  gradiente olan elektriksel işlem süresi (s).

$\Gamma_e$  =  $Gr_e$  etanol gradient olarak seçilmiş elektriksel işlem süresi (s).

$Gr$  = Elektroliz sabitesi, elektroliz işlem süresini 10 defa azaltmasını sağlayan gradient potansiyeli (v/cm)

(KAZANDJIY ve FLAUMENBAUM 1971).

Yukarıdaki eşitlik pratikte büyük önem taşımaktadır. Çünkü bu eşitlik yardımıyla elektrolizatörlerin dizaynında bazı parametreler hesaplanabilmektedir. Ürünün elektriksel iletkenliği; elektroliz işlemi süresince parçalanmış hücrelerin miktarının artması nedeniyle hücre özsuyu dışarı çıkarak ürünün elektriksel iletkenliği artmaktadır. Ürünün en yüksek elektriksel iletkenliğine, tüm hücrelerin parçalandığında ulaşılmaktadır. Bu nedenle elektriksel iletkenliğin maksimum olduğu nokta elektroliz işleminin bitişi kabul edilmektedir. Elektroliz işleminin kontrolü, ürünün elektriksel iletkenliğinin değişiminin ölçülmesi ile güçtür. Çünkü, pratikte ürünün elektriksel iletkenliğinin saptanması zaman alıcı ve uğraştırıcıdır. İşlem süresince elektriksel iletkenlik ile birlikte ürünün sıcaklığı da artmaktadır. Sıcaklık direkt ölçülebilen parametredir ve tüm kütle özelliklerini karakterize etmektedir (LAZARENKO ve ark. 1977).

Meyveler presleme öncesi mekanik olarak parçalanarak pres veriminin artırılması amaçlanmaktadır. Parçalanma derecesi ile birlikte elektriksel iletkenlik de artmaktadır. Görüldüğü gibi parçalanma derecesinin artması ile elektriksel özelliklerin değişmesinden dolayı ürünün elektrod dayanıklılığı azalmakta ve böylece elektriksel işlem süresi de kısalmaktadır. Ancak parçalanmanın çok ince olması durumunda, mayşenin drenaj özellikleri kötüleşmekte ve sıra verimi azalmaktadır. Bu nedenle hidrodinamik koşullar, yapısal ve mekanik özellikler dikkate alınarak parçalanma derecesi tespit edilmektedir. Bunun sayesinde ürünün hazırlanmasında (parçalanmasında) enerji sarfiyeti azalmakta ve elde edilen şıranın kalitesi iyileşmektedir (LAZARENKO ve RAŞETKO 1968).

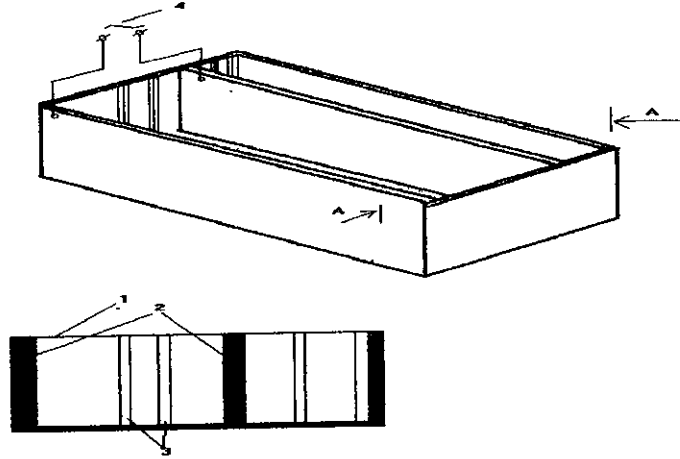
Elektroliz işlemi elektrolizatörlerde gerçekleştirilmiştir. Elektrolizatörlerin çok çeşitli tipleri olmasına karşın, tümü ortak bir parçaya sahiptir. Bu parça elektrolizatörlerin en önemli parçası olan elektrodlardır.

Elektrolizatörler; Gradiyent potansiyele, elektrik akımının frekansına, elektrik faz sayısına, elektrik işleminin devamlılığına (kesikli, sürekli), ürünün beslenme durumu, elektrodların hareket edebilirliklerine ve cihazın yapısına v.s. göre sınıflandırılabilirler (FLAUMENBAUM ve ark. 1986, LAZARENKO ve ark. 1977, PAPÇENKO ve ark. 1984). Bu yöntemlerinden en yaygın olanı elektrolizatörlerin yapısına göre sınıflandırma olup, Kutulu, valsli, iğneli, borulu, helezonlu, bantlı ve paketli elektrolizatörlerdir.

## ELEKTROPLAZMATÖRLER

### Kutulu Tip Elektroplazmolizatör

Elektroplazmoliz işleminin parametrelerini ve işlemin koşullarını saptamak için, laboratuvar denemelerinde kutulu tip elektroplazmolizler kullanılmaktadır. Bu tip elektroplazmolizler basit ve kolay dizayn edilmişlerdir. Alet dielektrik kutu şeklinde olup karşılıklı iki tduvarına elektrotlar yerleştirilmiş ve elektriksel işlem iki elektrod arasında oluşan alanda gerçekleşmektedir. Denemelerin değişik gradiyent potansiyelde gerçekleştiği düşünülerek elektrotların ara mesafesini değiştirmek amacı ile bir elektrod sabit diğeri ise kutu içerisinde hareketli olarak yerleştirilmiştir. Parçalanmış ürün homojen şekilde kutuya yerleştirildikten sonra elektrodla elektrik akımı verilmektedir. Mayşe elektrodla ile temas edince elektrik devresi tamamlanmış olup elektrik akımının mayşe üzerinden geçmesi sağlanmaktadır.



- |                                |                          |
|--------------------------------|--------------------------|
| 1. Dielektrik kutu             | 2. Elektrodlar           |
| 3. Hareketli elektrodun yuvası | 4. Elektrik akım kaynağı |

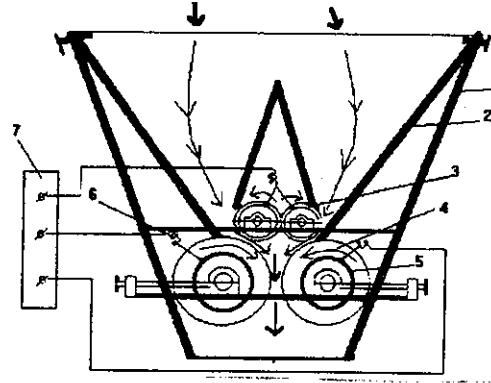
Şekil 1. Kutulu Tip Elektroplazmolizatör

### Valsli Tip Elektroplazmolizatör

Bu tip elektroplazmolizatörlerin gövdesinde dört adet vals monte edilmiştir. Bu valslerin üstünde besleyici tank bulunmaktadır. Parçalanmış ürün besleme ünitesinden dönen valslerin arasında beslenmektedir. Ürün valsler arasından geçtiği an elektrik işlemi görmektedir. Bu elektroplazmolizatörde ürün iki kez elektrik işlemi görmektedir. Bunlar:

1. Alt ve üst valslerin arasından geçerken,
2. Alttaki iki vals arasından geçerken

Valslerin hızı ve aralığı ürünün elektriksel özelliklerine göre ayarlanabilmektedir. Valslerin hareketini elektrik motoru sağlamaktadır. Alet üç fazlı elektrik akımı ile çalışmaktadır. Elektroplazmoliz aletinin güvenli çalışması için alet gövdesinden topraklanmaktadır (GATIN ve ark. 1975).

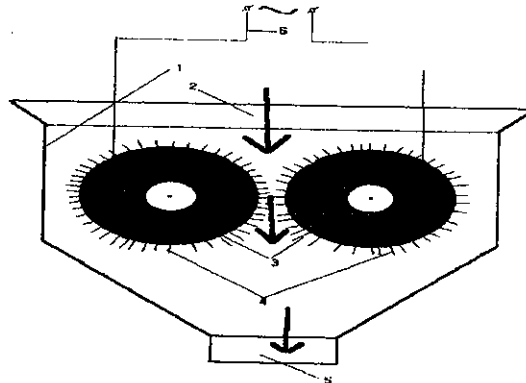


- |                         |                          |
|-------------------------|--------------------------|
| 1. Gövde                | 5. Kollektör             |
| 2. Besleme tankı        | 6. Elektrikli fırça      |
| 3. Üst vals elektrodlar | 7. Elektrik akım kaynağı |
| 4. Alt vals elektrodlar |                          |

Şekil 2. Valsli Tip Elektroplazmolizatör

### İğneli Tip Elektroplazmolizatör

İğneli tip elektroplazmolizatörler parçalanmamış ürünün işlenmesi için kullanılmaktadır. Bu tip elektroplazmolizatörlerin özelliği ürün parçalanmadan elektriksel işlem görebilmesidir. Bu ise bir parçalayıcı makinasına gereksinimi ortadan kaldırmaktadır. Bu tip elektroplazmolizatörlerin gövdesinde iki adet vals bulunmaktadır. Valsler elektrik motoru yardımıyla dönmektedir. Ürün valsler arasında beslenmekte ve iğneler ürünün % 25 içine kadar girebilmektedir. Bu anda ürün elektriksel işlem görmektedir (LAZARENKO ve ark. 1977).



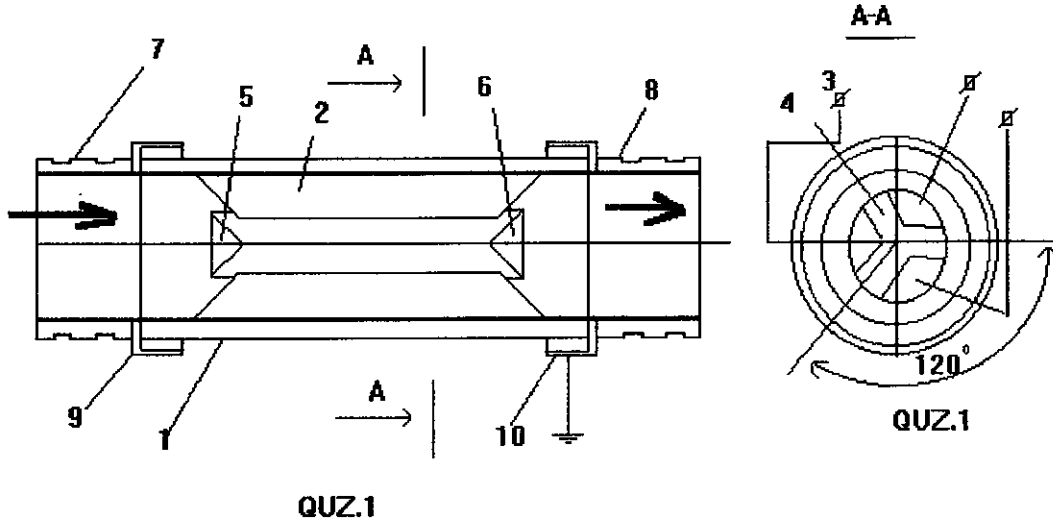
- |                         |                          |
|-------------------------|--------------------------|
| 1. Gövde                | 4. İğneler               |
| 2. Giriş                | 5. Çıkış                 |
| 3. İğneli vals elektrod | 6. Elektrik akım kaynağı |

Şekil 3. İğneli Tip Elektroplazmolizatör

### Borulu Tip Elektrolizör

Sanayide elektrolizörlerin sürekli olması istenilmektedir. Borulu tip elektrolizörler bu özelliğe sahip olup akablen mayşelerin işlenmesi için kullanılmaktadır. Bu tip elektrolizörlerin gövdesi (1) silindirik dielektrik boru olup içi yüzeyinde  $120^\circ$  eğimde üç adet elektrod (2) bulunmaktadır. Elektrodların kesiti sektör şeklinde olup elektrik akım kaynağına bağlanmaktadır. Elektrodlar birbiri ile aynı mesafede olup plazmoliz kamerasını (4) oluşturmaktadır. Kameranın giriş ve çıkışı konik şeklindedir. Bu ise hidrolik direnci azaltmaktadır. Aletin iki ucundan giriş (7) ve çıkışı (8) sisteme bağlayıcı üniteler bulunmaktadır ve onlar somun (9) ve topraklama somunu ile gövdeye monte edilmiştir. Alet şöyle çalışmaktadır. Ögütülmüş ürün (mayşe) pompa yardımıyla aletin giriş kısmına beslenmektedir. Mayşe plazmoliz kamerasından geçerken elektrodlara elektrik akımı verilmektedir (Burada elektrik akımı impulslar şeklinde de verilebilmektedir) Mayşe kameradan sürekli hareket ederek ilerlerken elektrik işlemine tabi tutulmaktadır.

Diğer gelişmiş tiplerinde üç elektrotun arasında üç tane de nötr elektrod bulunmaktadır. Elektrodların altı tane olması ürünün elektro işleminin homojen olmasını sağlamaktadır. Alet üç fazlı 380 V, 50 Hz elektrik akımı ile çalışmaktadır (ŞENGLÖV 1976).



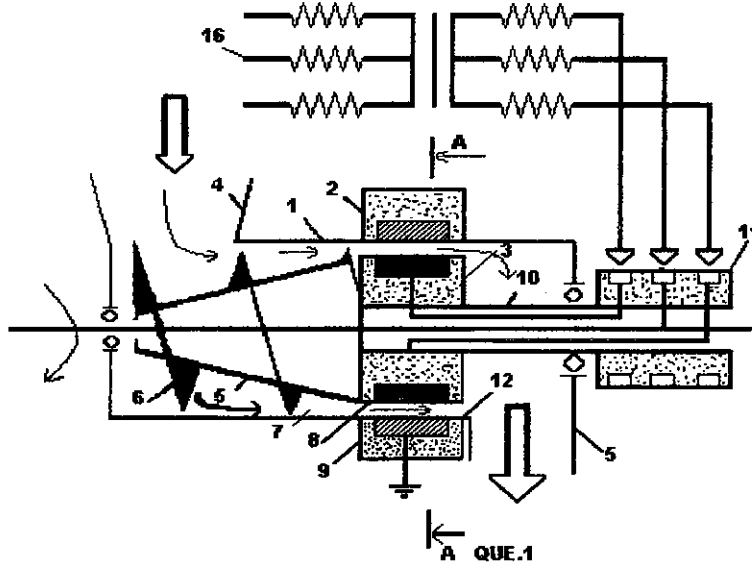
- |                          |                      |
|--------------------------|----------------------|
| 1. Gövde                 | 6. Konik çıkış       |
| 2. Elektrod              | 7. Giriş ünitesi     |
| 3. Elektrik akım kaynağı | 8. Çıkış ünitesi     |
| 4. Plazmoliz kamerası    | 9. Topraklama somunu |
| 5. Konik giriş           |                      |

Şekil 4. Borulu Tip Elektrolizör

### Helezonlu Tip Elektrolizör

Helezonlu tip elektrolizörün gövdesinde (1) halkalı elektrodlar yerleştirilmiş (2) ve gövdenin içine helezon (5) monte edilmiştir. Gövdenin üst kısmında ise besleyici ünite bulunmaktadır. Helezonun son kısmı silindirik (3) şekilde olup burada üç tane elektrod (9) vardır. Helezonun borulu yayının sonunda kollektör ile elektrikli fırçalar (11) bulunmaktadır. Elektrodlar (2) ve (9) plazmoliz kamerasını (12) oluşturmaktadır. Gövdenin alt kısmında çıkış ünitesi (15) bulunmaktadır. Elektrik akımı transformatör yardımı ile alete verilmektedir. Alet şöyle çalışmaktadır: Elektrik ile işlenecek ürün aletin

giriş kısmından beslenmekte ve dönen helezon ile ürün sıkıştırılarak plazmoliz kamerasına taşınmaktadır. Ürünün elektrik işlemi plazmoliz kamerasında gerçekleşmektedir. Helezonun dönmesi nedeni ile ürün impuls şeklinde işlenmektedir. İşlenmiş ürün aletin çıkış kısmından uzaklaşmaktadır. Bu tip elektroplazmolizatörler şeker pancarının işlenmesinde kullanılmaktadır (NOVIKOV ve ark. 1988).

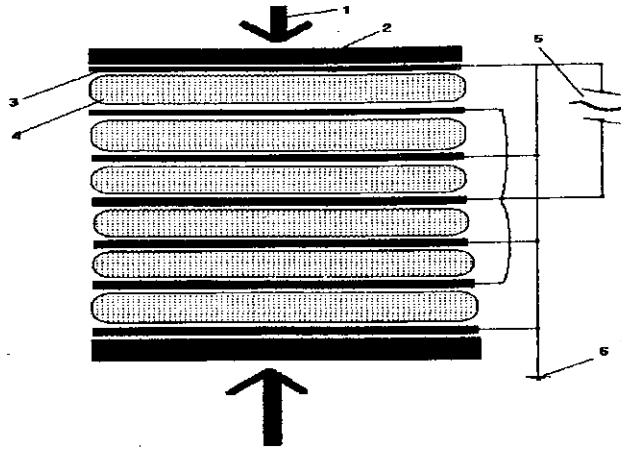


- |                     |                               |                        |
|---------------------|-------------------------------|------------------------|
| 1. Gövde            | 5. Helezonun konik kısmı      | 9. Elektrodlar         |
| 2. Halkalı elektrod | 6. Helezonun dişi             | 10. Borulu mil         |
| 3. Helezon          | 7. Sıkışma bölgesi            | 11. Kollektör          |
| 4. Giriş ünitesi    | 8. Helezonun silindirik kısmı | 12. Plazmoliz kamerası |

Şekil 5. Helezonlu Tip Elektroplazmolizatör

#### Paketli Tip Elektroplazmolizatör

Paketli tip elektroplazmolizatörler, paketli prese monte edilmektedir. Elektrodların sayısı, kullanılmakta olan elektrik akımının fazına ve tabaka sayısına bağlıdır. Böyle elektroplazmolizatörlerde, parçalanmış ürün paketlere yerleştirildiğinde her paketin arasına elektrod konulmaktadır. Presleme sonunda sıra çıkış yoğunluğu azaldığı zaman mayşeye elektrik akımı verilmeye başlanmaktadır. Genelde bu tip elektroplazmolizatörlerde elektrik akımı impulslar şeklinde verilmektedir. Paketli elektroplazmolizatörler meyve suyu üretiminde kullanılır (LAZARENKO ve ark. 1977).



- |                |                          |
|----------------|--------------------------|
| 1. Basınç      | 4. Paket                 |
| 2. Pres tavanı | 5. Elektrik akım kaynağı |
| 3. Elektrod    | 6. Topraklama            |

Şekil 6. Paketli Tip Elektrkoplazmolizatör

#### KAYNAKLAR

- GATIN, A., İZELENYUK, A.L., ROZINBERG, D., A., FLAUMENBAUM, B.L., 1975. Opisanije İzobreteniyak Avtorskomu Svidetelstvu. 45921.
- FLAUMENBAUM, B.L., TANÇEV, S.S., GRIŞİN, M.A., 1986. Osnovi Konservirovaniya Pişevih Produktov-M.: Agropromizdat, 494 s.
- KAZANDJIY, M. YU., FLAUMENBAUM, B.L. 1971. Rasçot Parametrov Elektroplazmoliza. İzvestiya Vişşih Uçebnih Zavedenniy Pişevaya Tehnologiya.
- LAZARENKO, B.P., REŞETKO, E.V. 1968. Elektronnyaya Obraboçtka Materialov. (5)
- LAZARENKO, B.R., FRISOV, S.P., ŞEGLOV, YU. A., BORDYAN, V., ÇEBANU, V.G. 1977. Elekryoplazmoliz. Kişinyov 1977. 79 pp 51 ref.
- McLELLON, M.R., KIME, R.L., LIND, L.R. 1991. Electroplasmolysis and Other Treatments to Improve Apple Juice Yield. J. Sci. Food Agric 57, 303-306.
- NOVIKOV, YU. F., NOVIKOV, N.N., ÇORSINOV, YU. A., GRITSENKO, V.T., ROZUMANSKIY, L.A., AFANASYEV, B.A., DRANIŞIN, A. YA. 1988. Opisanije İzobreteniya Avtorskomu Svidetelstvu 1923099 A1.
- PAPÇENKO, A. YA., ŞEGLOV, YU. A., ÇEBANU, B.L. 1984. Rasçot Elektroplazmolizarorov Dlya Elektrişeskey Obrabotki Rastitelnogo Sırya. Elektronnyaya Obrabotka Materialov (3).
- ŞEGLOV, YU. A., LAZARENKO, B.R., KOVAL, N.P. 1976. Opisanije İzobreteteniya Avtorskomu Svidetelstvu. 535076.