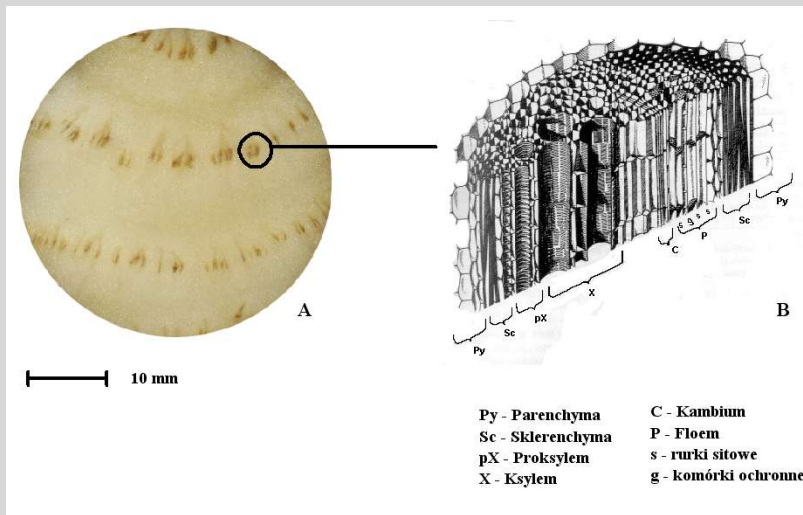


Cukier z buraków jest od dawna pozyskiwany na drodze dyfuzji. Jako materiał zapasowy rośliny dwuletniej znajduje się w tkance korzenia (rys.1).

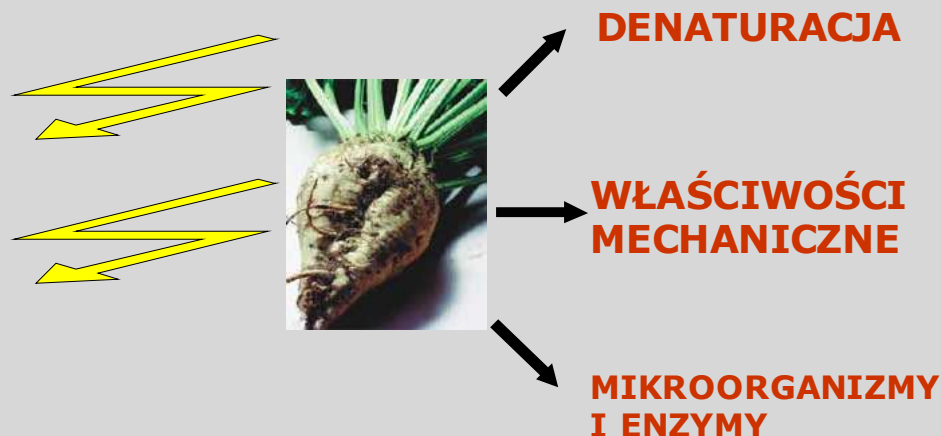
## Budowa tkanki korzeni buraków cukrowych



W korzeniu wyróżnia się parenchymę, która gromadzi ponad 60% cukru. Sklerenchyma w głównej mierze decyduje o właściwościach mechanicznych korzeni, w ksylemie zachodzi transport substancji mineralnych, a w floemie transport substancji organicznych.

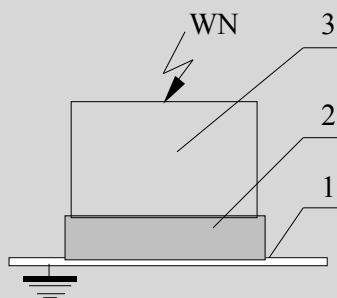
Komórki zawierające cukier są otoczone błoną komórkową lipidowo-białkową. Przez błonę tę cukier może się przedostawać tylko w wyniku transportu aktywnego. Oznacza to, że nie jest możliwe pozyskiwanie cukru z komórki przez dyfuzję bez uszkodzenia błony komórkowej. W praktyce przemysłowej część błon komórkowych ulega uszkodzeniu podczas sporządzania krajanki. Natomiast pozostałe są denaturowane w wyniku działania wysokiej temperatury. Istnieje również możliwość stosowania metod chemicznych, które ze względów technologicznych nie mają obecnie większego uzasadnienia. W literaturze od około 60 lat, z różną intensywnością, pojawiają się doniesienia o wykorzystywaniu do denaturacji prądu elektrycznego. Wysokie napięcie może oddziaływać na buraki zmieniając stan tkanki (przepuszczalność, właściwości mechaniczne), a także na enzymy i mikroflorę (rys.2).

## Zakres badań skutków napięciowych udarów piorunowych w tkance buraków



Celem pracy było sprawdzenie skutków działania piorunowych udarów napięciowych na tkankę korzeni buraków cukrowych, inwertazę i drobnoustroje towarzyszące burakom. Udry napięciowe realizowano stosując układ przedstawiony na rys. 3.

### Układ elektrod



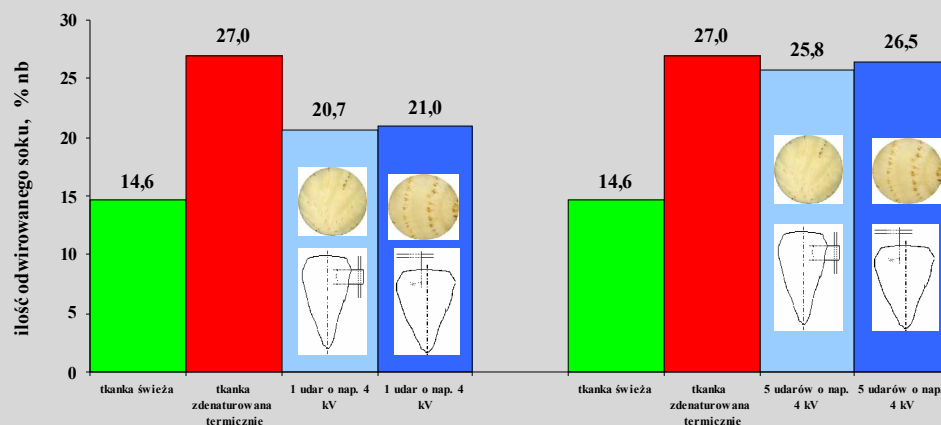
- 1 – elektroda uziemiona, blacha mosiężna,**
- 2 – próbka tkanki buraka o grubości 10 mm,**
- 3 – elektroda wysokiego napięcia, mosiężna,  $\Phi = 40 \text{ mm}$**

Tkankę buraka wyciętą w kształcie walca umieszczano między elektrodami 1 i 3, połączonymi z generatorem wysokiego napięcia. W przypadku badań z użyciem enzymów i drobnoustrojów elektrody umieszczano w odpowiednim naczyniu szklanym.

Wpływ udarów na tkankę oceniano na podstawie ilości soku odwirowanego z określonej masy tkanki korzeni w powtarzalnych warunkach, zmian konduktywności tkanki, szybkości dyfuzji sacharozy. Z rys.4 wynika, że masa soku oddzielonego w wyniku wirowania zależy od napięcia udaru i liczby udarów. Znaczenie ma także kierunek rozchodzenia się impulsów napięciowych. Uzyskiwane wyniki

odnoszono do otrzymywanych w przypadku tkanki denaturowanej termicznie i oznaczano kolorem czerwonym.

### Wpływ uderzeń napięciowych i kierunku rozchodzenia się uderu na ilość soku oddzielanego w wyniku działania siły odśrodkowej



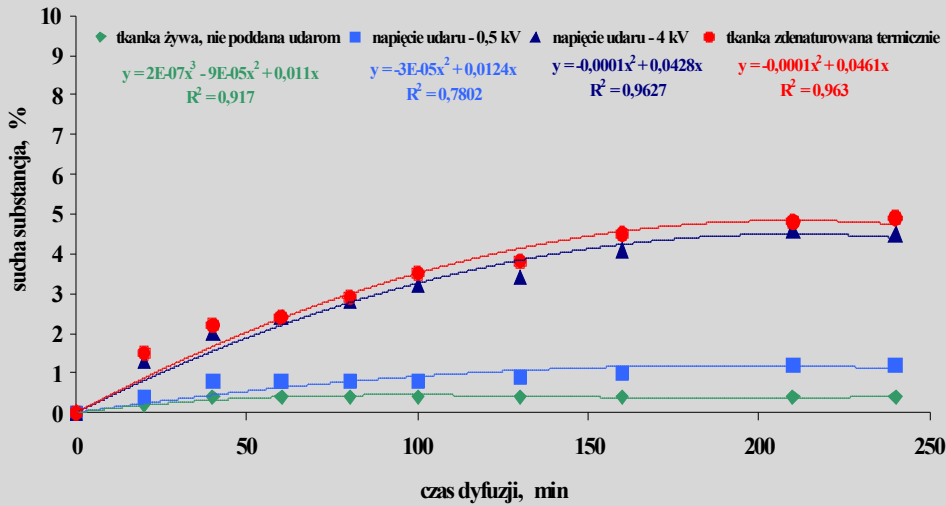
Porównując konduktywność tkanki świeżej i traktowanej udarami można stwierdzić większą wartość konduktywności tkanki po uderzeniach, która jest zbliżona do konduktywności tkanki obrabianej termicznie w określonych warunkach (rys.5).

### Elektryczna przewodność właściwa ( $\mu\text{S}/\text{cm}$ ) tkanki korzeni buraków cukrowych

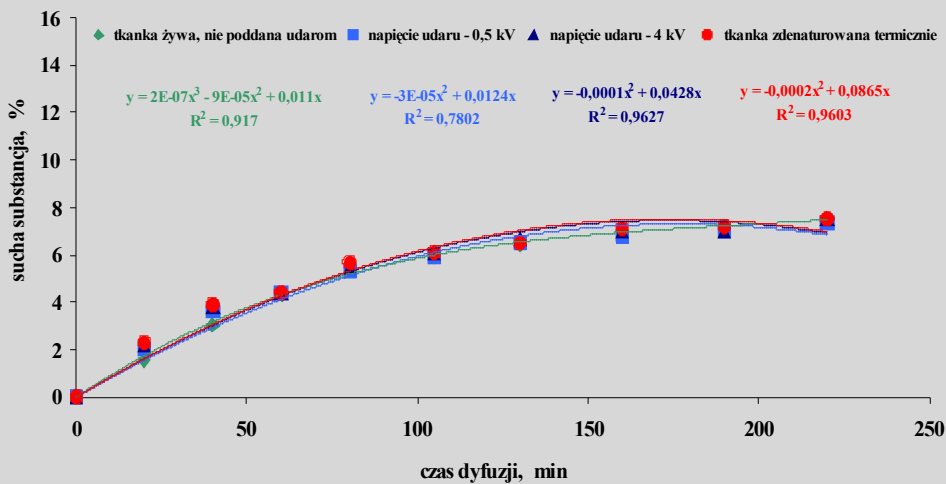
Tkanka świeża	Tkanka zdenaturowana termicznie	Tkanka poddana uderom napięciowym			
		0,5 kV		4,0 kV	
		1 udar	5 uderów	1 udar	5 uderów
197	4515	205	1034	423	3111

Denaturację błon komórkowych potwierdzają także badania szybkości dyfuzji (rys.6,7). Tkanka poddana uderom pięcioma impulsami 4 kV/cm, pod względem szybkości dyfuzji prowadzonej w temperaturze 22°C zachowuje się bardzo podobnie jak tkanka denaturowana termicznie w temperaturze 75°C.

## Dyfuzja suchej substancji z tkanki buraczanej do wody, temp. dyfuzji – 22°C, liczba udarów – 5



## Dyfuzja suchej substancji z tkanki buraczanej do wody, temp. dyfuzji – 75°C, liczba udarów – 5



Szybkości dyfuzji w temperaturze 75 oC z tkanek denaturowanych termicznie i udarami piorunowymi o napięciu 0,5 kV i 4 kV są praktycznie identyczne, co dowodzi w tym przypadku znaczenia temperatury procesu dyfuzji powodującej denaturację błon komórkowych w trzech wariantach doświadczenia.

Piorunowe udary mają wpływ także na właściwości mechaniczne tkanki korzeni (rys.8).

## Właściwości mechaniczne tkanki buraczanej

		1	2	3	4
Wytrzymałość na ściskanie	Siła ściskająca [MN/m <sup>2</sup> ]	1,4	1,4	1,4	1,4
	Odształcenie [mm]	2,8	9,0	2,6	6,8
Opór krajania [kJ/m <sup>2</sup> ]		4,43	1,62	4,21	3,31
Moduł Younga (Moduł sprężystości) [MN/m <sup>2</sup> ]		4,77	0,46	2,85	0,36

1 - tkanka żywa

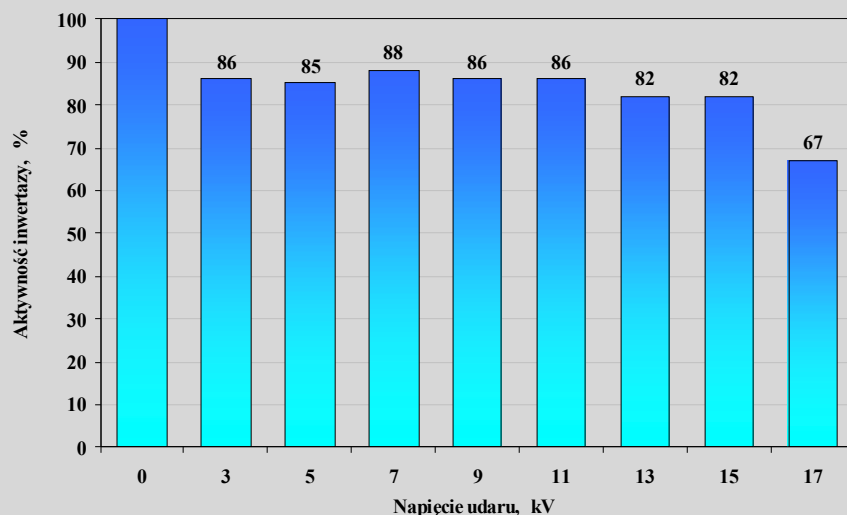
2 - tkanka po denaturacji termicznej, czas denat.- 120 min, temperatura denat.- 75°C

3 - tkanka po udarach napięciowych, liczba ударów 5, napięcie udaru- 0,5 kV

4 - tkanka po udarach napięciowych, liczba ударów 5, napięcie udaru- 4,0 kV

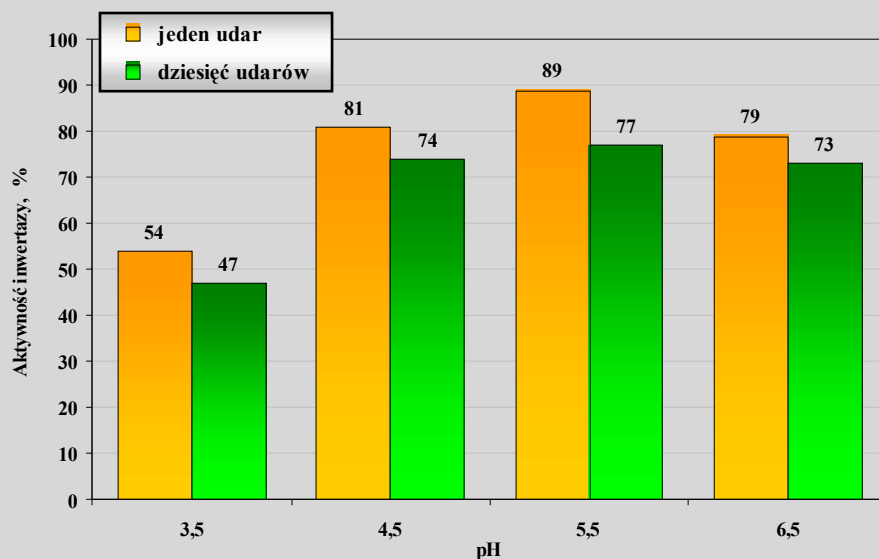
Wstępne badania działania ударów napięciowych na enzym występujący w burakach – invertazę wskazują, że w środowisku o odczynie obojętnym pod wpływem stosowanych impulsów elektrycznych aktywność enzymu zmienia się nieznacznie (rys.9).

## Wpływ napięcia udaru na aktywność invertazy



Większe różnice aktywności mają miejsce w przypadku zmiany odczynu środowiska. Zbadanego zakresu największa skuteczność ударów ma miejsce dla wartości pH 3,5 (rys.10).

## Wpływ pH i liczby udarów piorunowych na aktywność inwertazy



Badane drobnoustroje reagują na udary napięciowe w sposób zróżnicowany (rys.11).

## Wrażliwość wybranych drobnoustrojów na piorunowe udary napięciowe

Bakterie	
<i>Bacillus subtilis</i>	Wrażliwe na impulsy o napięciach 15 – 17 kV, niezależnie od wieku kultury.
<i>Bacillus stearothermophilus</i>	Wrażliwe na impulsy o napięciu 17 kV, nieznacznie wrażliwe na impulsy o napięciach 9 – 13 kV.
Drożdże	
<i>Candidia mycoderma</i>	Wrażliwe na impulsy o napięciach 2 – 9 kV i 17 kV.
<i>Saccharomyces cerevisiae</i>	Niewrażliwe na impulsy o napięciach 1 – 17 kV.
Brak korelacji między liczbą udarów, a przeżywalnością bakterii i drożdży.	

# Wnioski

---

**1**

Obróbka tkanki korzeni buraków cukrowych udarami napięciowymi, podobnie jak klasyczna obróbka termiczna, powoduje efekt denaturacji błon komórkowych umożliwiającą dyfuzję składników rozpuszczalnych z wnętrza komórek. Następuje wyraźne zwiększenie konduktancji tkanki oraz podatność na oddzielenie soku przez wirowanie.

**2**

Udary napięciowe, po przekroczeniu pewnego granicznego napięcia, zmieniają w sposób istotny właściwości mechaniczne tkanki. Pod wpływem takiej samej siły ściskającej działającej na próbkę (1,4 MN/m<sup>2</sup>), tkanka żywa zmniejsza swoją długość o 28%, tkanka zdenaturowana termicznie o 90%, a tkanka poddana 5 udom napięciu 4,0 kV/cm ulega ściśnięciu do 68% swojej pierwotnej długości.

**3**

Udary napięciowe są alternatywą do stosowanej obecnie obróbki termicznej. Pozwalają na prowadzenie dyfuzji w niższej temperaturze, zaś zastosowanie udom przed procesem krajania pozwoli zminimalizować energię potrzebną do rozwinięcia powierzchni tkanki.

**4**

Piorunowe udary napięciowe mają wpływ na aktywność inwertazy. Zmiana aktywności inwertazy zależy od wartości napięcia oraz pH środowiska.

**5**

Bakterie *Bacillus subtilis*, *Bacillus stearothermophilus* oraz drożdże *Candidia mycoderma* wykazują wrażliwość na wysokonapięciowe udary piorunowe. Drożdże *Saccharomyces cerevisiae* w badanym zakresie napięć są odporne na stosowane udary.