

## WPŁYW TEMPERATURY SUSZENIA FONTANNOWEGO NA KINETYKĘ ODWADNIANIA I ŻYWOTNOŚĆ DROŻDŻY

Marta Paśławska

*Instytut Inżynierii Rolniczej, Uniwersytet Przyrodniczy we Wrocławiu*

**Streszczenie.** Ocenie poddano efekty suszenia w złożu fontannowym drożdży *Saccharomyces cerevisiae* unieruchomionych w alginianie wapnia, przy zastosowaniu temperatury powietrza suszącego z zakresu 20-60°C. Opisano kinetykę wysychania materiału oraz kinetykę utraty żywotności populacji drożdży. Stwierdzono, że wraz ze wzrostem temperatury procesu wzrasta szybkość suszenia materiału, zmniejsza się jednak żywotność odwadnianej populacji komórek. Jako optymalną dla suszenia fontannowego drożdży uznano temperaturę 40°C.

**Słowa kluczowe:** suszenie fontannowe, drożdże, żywotność

### Wstęp

Żywe mikroorganizmy należą do najbardziej złożonych układów heterogenicznych, które poddaje się suszeniu [Tutowa i in. 1991]. Przemiana białek protoplazmy z hydrozolu w hydrożel, postępująca w czasie odprowadzenia wody z komórki, prowadzi do okresowego i odwracalnego zatrzymania funkcji życiowych układów - anabiozy, w stopniu uzależnionym od ilości pozostawionej wody [Kudra i in. 1998]. Przechodzenie w stan anabiozy wywołuje w części populacji efekt letalny, którego przyczyną może być między innymi naruszenie błony komórkowej (destrukcja, deformacja) lub denaturacja białek komórkowych [Bayrock i in. 1997].

W aspekcie konieczności zachowania zdolności życiowych mikroorganizmów, niezwykle istotny jest wybór metody i parametrów odwadniania. Metodą suszenia umożliwiającą zachowanie relatywnie niskiej temperatury materiału suszonego oraz wysokiej przeżywalności drobnoustrojów jest odwadnianie w strumieniu powietrza, na przykład suszenie w złożu fontannowym. Aby możliwe było wykorzystanie tej metody w przypadku drożdży, konieczne jest przeprowadzenie płynnej, znacznie uwodnionej biomasy komórek w formę zdolnego do fontannowania ciała stałego – na przykład kulek alginianowo-drożdżowych [Paśławska 2006], a więc zastosowanie immobilizacji metodą pułapkowania w żelu [Turker i in. 1998] oraz ustalenie optymalnej temperatury procesu.

### Cel pracy

Doświadczenia przeprowadzono w celu określenia optymalnej temperatury suszenia fontannowego drożdży piekarskich.

## Materiały i metody

W doświadczeniach wykorzystano drożdże *Saccharomyces cerevisiae* prasowane, zakupione w handlu detalicznym, wyprodukowane w Wołczynie.

Mieszaninę standaryzowanego inokulum (stężenie drożdży w mieszaninie:  $15g_{D100}/dm^3$ ) oraz żelu alginianowego o stężeniu 3% wkraplano przy użyciu strzykawki wieloigłowej do 0,2 M roztworu chlorku wapnia w temperaturze pokojowej, przy mieszaniu chlorku mieszałem magnetycznym [Paślawska 2006].

Suszenie fontannowe kulek alginianowo-drożdżowych (wstępnie odsączone na bibule) prowadzono w instalacji znajdującej się w Laboratorium Bioinżynierii w Instytucie Inżynierii Rolniczej [Peroń i in. 2005], stosując temperaturę czynnika suszącego 20,30,40,50 i 60°C.

Wyznaczono kinetykę suszenia biomateriału, analizując w równych odstępach czasowych (10 minut) zawartość wody w kulkach, przy zastosowaniu metody termogravimetrycznej (dosuszanie do suchej masy) oraz kinetykę utraty żywotności suszonych drożdży na podstawie mikroskopowej oceny stanu fizjologicznego komórek, przy zastosowaniu metody barwienia błękitem metylenowym (komórki martwe barwią się na niebiesko) [Libudzisz i in. 2007].

Analizie poddano wyniki uśrednione, pochodzące z trzech powtórzeń.

## Wyniki

Suszenie w złożu fontannowym kulek alginianowo-drożdżowych, przy zastosowaniu temperatury powietrza suszącego z zakresu 20-60°C, przebiegało dwuetapowo przy wysokiej intensywności oddawania wody. Przebieg procesu suszenia wyrażono jako zmianę zredukowanej zawartości wody w materiale  $U_{red}$  [-] w czasie suszenia  $\tau$  [min] (rys.1). Etap pierwszy opisano funkcją:

$$U_{red} = -a \cdot \tau + 1, \quad (1)$$

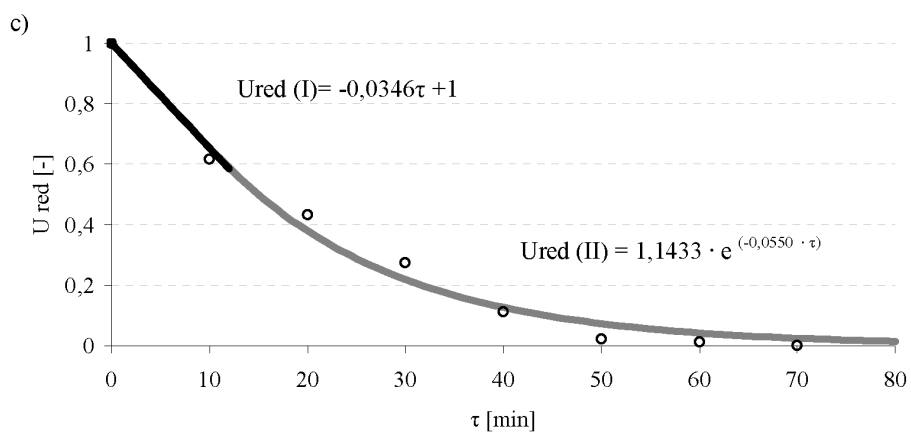
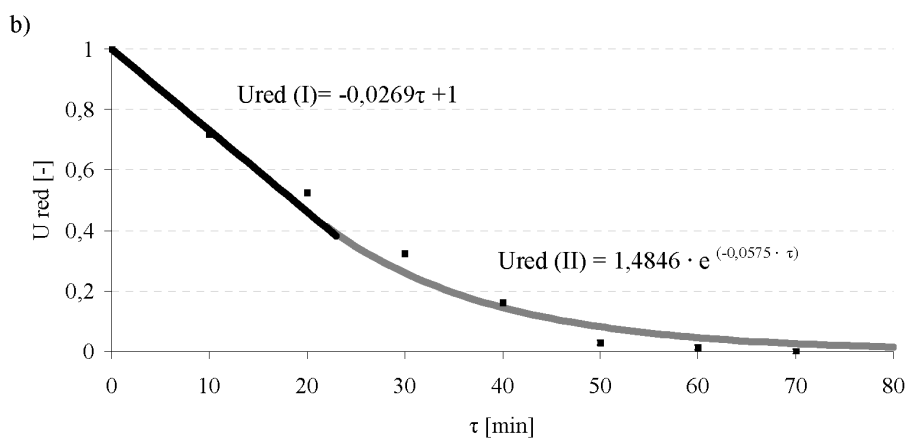
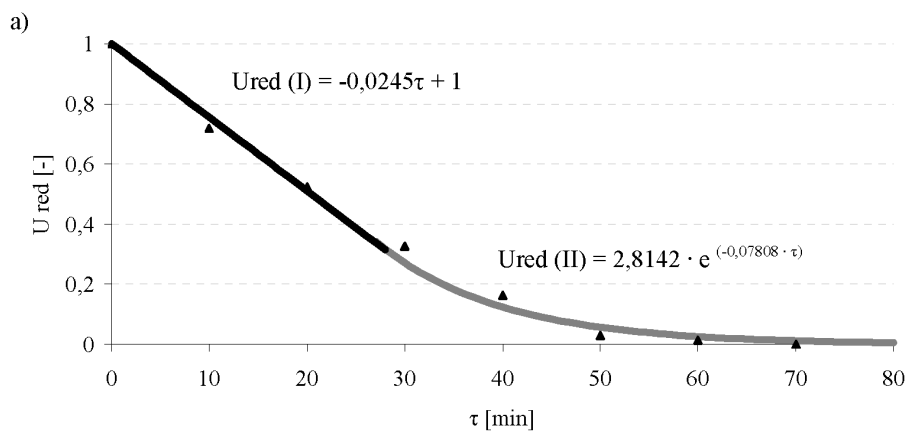
natomiast dla drugiego etapu suszenia uzyskano opis w postaci funkcji:

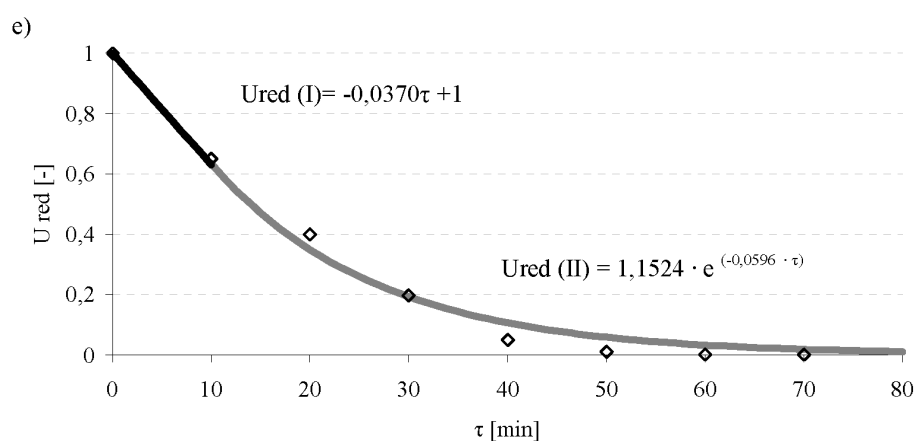
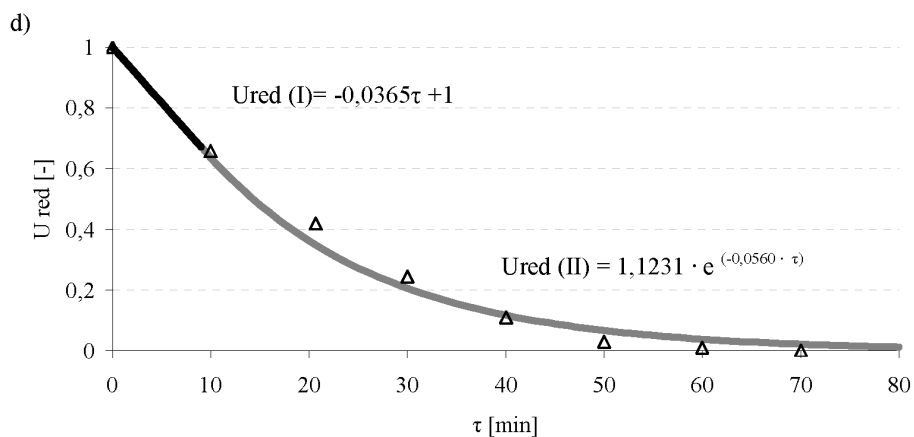
$$U_{red} = a \cdot e^{(-b \cdot \tau)}, \quad (2)$$

dobierając współczynniki równań narzędziami programu Excel.

Stwierdzono, że wraz ze wzrostem temperatury powietrza suszącego w zakresie 20-60°C wzrasta szybkość suszenia w złożu fontannowym immobilizowanych drożdży. Czas trwania pierwszego etapu ulegał stopniowemu skróceniu wraz ze wzrostem temperatury procesu z 27 minut przy temperaturze powietrza suszącego 20°C do 10 minut przy temperaturze 60°C.

Wpływ temperatury suszenia...





Rys. 1. Kinytyka suszenia fontannowego drożdży *Saccharomyces cerevisiae* przy zastosowaniu temperatury suszenia 20°C (a), 30°C (b), 40°C (c), 50°C (d) oraz 60°C (e)

Fig. 1. Kinetics of spouted bed drying of yeast *Saccharomyces cerevisiae* by applying temperature of drying 20°C (a), 30°C (b), 40°C (c), 50°C (d) and 60°C (e)

Zmianę żywotności komórek *Saccharomyces cerevisiae* podczas suszenia opisano za pomocą funkcji:

$$y = a + b \cdot (1 + \exp(-(\tau - c) \cdot d - 1)) - 1$$

Współczynniki funkcji zamieszczono w tabeli 1.

Stwierdzono, że zastosowanie temperatury powietrza suszącego na poziomie 20°C oraz powyżej 50°C powodowało znaczne obniżenie przeżywalności wysuszonych komórek drożdży (rys. 2). Prowadzenie procesu suszenia w złożu fontannowym w temperaturze 30°C oraz 40°C pozwoliło uzyskać wysoką (na poziomie 68%) żywotność odwodnionej populacji.

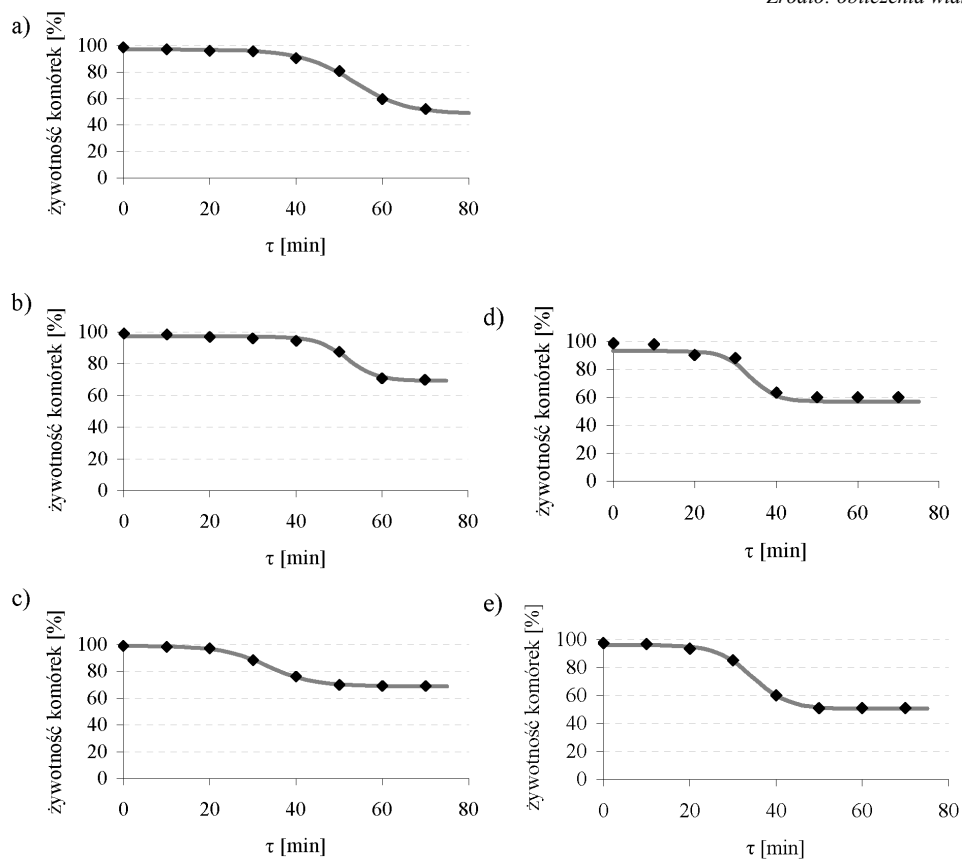
Wpływ temperatury suszenia...

Tabela 1. Zestawienie współczynników funkcji opisującej utratę przeżywalności drożdży *Saccharomyces cerevisiae* podczas suszenia fontannowego.

Table 1 Comparison of parameters of function describing viability loss of yeasts *Saccharomyces cerevisiae* during spouted bed drying.

temperatura suszenia [°C]	$y = a + b \cdot (1 + \exp(-(\tau-c) \cdot d^{-1}))^{-1}$			
	<i>a</i>	<i>b</i>	<i>c</i>	<i>d</i>
20	48,5489	48,3574	53,2979	-6,1050
30	69,1590	28,0346	51,8713	-3,4671
40	68,7417	30,2239	33,4522	-5,4596
50	59,7820	36,1873	33,6453	-3,1648
60	50,3983	45,5643	34,5652	-4,0660

Źródło: obliczenia własne



Rys. 2. Kinetyka utraty żywności populacji drożdży podczas suszenia fontannowego przy zastosowaniu temperatury suszenia 20°C (a), 30°C (b), 40°C (c), 50°C (d) oraz 60°C (e)

Fig. 2. Kinetics of viability loss during spouted bed drying of yeast by applying temperature of drying 20°C (a), 30°C (b), 40°C (c), 50°C (d) and 60°C (e)

## Podsumowanie

1. Zastosowanie temperatury suszenia w złożu fontannowym z zakresu 20-60°C pozwala uzyskać materiał charakteryzujący się względnie dobrą żywotnością.
2. Wraz ze wzrostem temperatury procesu zwiększa się szybkość odwadniania materiału zawierającego żywe komórki drożdży *Saccharomyces cerevisiae*, jednak wyższa temperatura suszenia jest przyczyną znacznego obniżenia przeżywalności populacji komórek.
3. Jako najbardziej korzystną, z punktu widzenia przeżywalności komórek oraz względnie dobrej intensywności odwadniania, uznano temperaturę 40°C.

## Bibliografia

- Bayrock D., Inglede W.M.** 1997. Mechanism of viability loss during fluidized bed drying of baker's yeast. *Food Research International*. Nr 30(6). s. 417-425.
- Kudra T., Strumillo C.** 1998. *Thermal processing of biomaterials*. Gordon and Breach Science Publishers. OPA Amsterdam. s. 26-39.
- Libudzisz Z., Kowal K.** 2007. *Mikrobiologia techniczna: mikroorganizmy i środowiska ich występowania*. Wydawnictwa Naukowe PWN Warszawa.
- Paślawska M.** 2006. Aktywność drożdży *Saccharomyces cerevisiae* liofilizowanych z dodatkiem wybranych substancji ochronnych. *Inżynieria Rolnicza*. Nr 4(79). s. 65-74.
- Peroń S., Kozłowski R., Zdrojewski Z.** 2005. Wpływ grubości otoczki gęstwy drożdżowej na kulach inerty na proces jej suszenia w suszarce fontannowej. *Inżynieria Rolnicza*. Nr 4(64). s. 77-84.
- Turker N., Hamamci H.** 1998. Storage behaviour of immobilized dried microorganisms. *Food Microbiology*. Nr 15. s. 3-11.
- Tutowa E.G., Kuc P.S.** 1991. *Suszenie produktów biosyntezy*. WNT Warszawa. s. 5-27.

## THE IMPACT OF FOUNTAIN DRYING TEMPERATURE ON DEHYDRATION KINETICS AND YEAST VITALITY

**Abstract.** The effects of spouted bed drying of yeast *Saccharomyces cerevisiae* immobilized in calcium alginate, dried in temperature of 20-60°C were analyzed. Kinetics of dehydration of alginate-yeast beads and kinetics of viability loss were described. It was found that the growth of drying temperature caused growth of drying rate but also determined fall in viability of cells population. The optimal temperature of spouted bed drying of immobilized yeast was 40°C.

**Key words:** spouted bed drying, yeast, viability

### Adres do korespondencji:

Marta Paślawska; paslawska@imr.ar.wroc.pl  
Instytut Inżynierii Rolniczej  
Uniwersytet Przyrodniczy we Wrocławiu  
ul. Chełmońskiego 37/41  
51-630 Wrocław