Tadeusz Lis, Anna Ziemlewska, Małgorzata, Magdalena Lis
Zakład Inżynierii Suszarnictwa i Przechowalnictwa
Akademia Rolnicza w Lublinie

WPŁYW TEMPERATURY SUSZENIA PIETRUSZKI NA PRZEBIEG PROCESU I CECHY JAKOŚCIOWE SUSZU

Streszczenie

Wraz ze wzrostem temperatury suszenia (w zakresie 55-70°C) wystąpiło zmniejszenie retencji kwasu L-askorbinowego (zależność tę opisuje równanie prostej), stopnia rehydratacji suszu (zależność tę opisuje wielomian drugiego stopnia), zawartości wody w produkcie po zakończeniu procesu rehydratacji (zależność tę opisuje wielomian drugiego stopnia), współczynnika rehydratacji i średniej oceny sensorycznej (zależność tę opisuje równanie prostej), czyli wszystkich badanych cech fizycznych i chemicznych, które wpływają na jakość suszu. Ze wzrostem temperatury suszenia skracał się jednak czas procesu. Zależność tę bardzo dobrze opisuje wielomian trzeciego stopnia.

Słowa kluczowe: suszenie, temperatura powietrza, korzeń pietruszki, jakość suszu

Wstęp

W latach 1991-2002 powierzchnia uprawy warzyw gruntowych w Polsce zmniejszyła się o 37% (z 273,9 tys. ha do 171,3 tys. ha), a zbiory zmalały o 28% (z 6019 do 4340 tys. t)- ze względu na zbyt niskie ceny skupu. W latach 1993-2002 zmniejszył się eksport świeżych warzyw o 4% (z 215,3 do 205,9 tys. t), wzrósł eksport przetworów warzywnych o 185% (od 97,5 do 277,7 tys. t), w tym suszy warzywnych z 4,4 do 12,4 tys. ton (pozwalając na uzyskanie za susze 17,7 mln USD w roku 2002).

W latach 1993-2002 tym wzrósł import świeżych warzyw o 26%(od 139,9 do 176,9 tys t), przetworów warzywnych o 42% (od 52,3 do 74,4 tys. t), w tym suszy od 0,7 do 6,2 tys. t (za 11,0 mln USD w roku 2002). W latach 2001/2002 susze warzywne stanowiły 7% ilości - 8% wartości sprzedanej przetworów warzywnych w Polsce.

Saldo obrotów w latach 1999-2002 dla warzyw świeżych (bez ziemniaków i grzybów) było ujemne i wynosiło w kolejnych latach (mln USD): -31,5; -37,6; -56,5; oraz -48,2, natomiast dla przetworów warzywnych było dodatnie - wynosiło odpowiednio: 40,9; 37,7; 64,5; i 79,3, w efekcie saldo obrotów dla warzyw ogółem również było dodatnie i wynosiło: 9,4; 0,1; 8,0; oraz 31,1 mln USD [Nosecka B. i wsp.1991-2004].

Zmniejszenie produkcji warzyw w UE_{15} w latach 2000-2002 wyniosło 8,8%, a w Polsce aż 20,3%. W 2002 roku produkcja wszystkich warzyw w UE_{15} wynosiła 52,8 mln t, natomiast w Polsce 4,7 mln t. W UE_{15} wyższa od zapotrzebowania była produkcja większości przetworów warzywnych, a

była ona importerem netto jedynie suszy warzywnych (głównie z cebuli) i mrożonych warzyw w ilości stanowiącej ok. 20% potrzeb. Spośród krajów UE_{15} największymi importerami netto warzyw świeżych i przetworzonych są Niemcy, a eksporterami netto warzyw świeżych – Hiszpania i Holandia, a przetworzonych: Hiszpania, Francja i Belgia. Dotychczas największym dostawcą warzyw mrożonych do UE_{15} była Polska i Węgry [Nosecka B. i wsp.1991-2004].

W UE_{25} przewidywany jest wzrost nadwyżek przetworów i warzyw świeżych. W przywozie warzyw świeżych i przetworzonych w UE nie stosuje się mechanizmów ochronnych w postaci ceł dodatkowych lub cen minimalnych (za wyjątkiem pomidorów, ogórków, karczochów i cukini, gdzie cła zależą od systemu cen wejścia i limitów dla poszczególnych importerów). Najniższe cła są na produkty tymczasowo zakonserwowane, susze, mrożonki - [Nosecka B. i wsp.1991-2004].

Głównymi producentami pietruszki są Francja i Holandia. W Polsce jest uprawiana na powierzchni ok. 2000 ha, a zbiory wynoszą od 14 do 20 tys. ton rocznie.

Korzenie pietruszki zawierają dość dużo witaminy C, tj. 29 mg/100 g części jadalnych - [Łoś-Kuczera M. i in.1990] i olejków eterycznych 0,1 g/100g oraz cenne sole mineralne. Temperatura powietrza suszącego i prędkość jego przepływu istotnie wpływa na cechy jakościowe wielu warzyw, a szczególnie na zawartość kwasu L-askorbinowego. Bardzo dużą rolę odgrywa też blanszowanie surowca przed suszeniem, podczas którego następują wprawdzie straty tej witaminy, ale zabieg ten zabezpiecza przed dalszymi jej ubytkami. Najlepszymi cechami charakteryzowały się susze warzywne uzyskane w odpowiednio niskiej temperaturze powietrza [Lis H., Lis T. 1996 - 1998; Rudy S., 2003].

Celem pracy było zbadanie wpływu temperatury powietrza na przebieg i czas procesu suszenia oraz na wybrane wskaźniki jakości suszu uzyskanego z blanszowanych korzeni pietruszki.

Materiał i metody

Korzenie pietruszki odmiany Eagle były rozdrabniane na kostkę 5x5x5 mm, blanszowane w wodzie, odsączane i suszone w suszarce sitowej w temperaturze: 55; 60; 65 i 70°C (przy prędkości przepływu powietrza 0,5 m/s). Badano wpływ temperatury suszenia na: przebieg procesu, retencję kwasu L-askorbinowego, zdolność suszu do pochłaniania wody oraz jej zawartość po rehydratacji i na sensoryczne cechy suszu, jak również na ogólny wskaźnik cech jakościowych suszu. Początkową a zarazem minimalną masę próbki przeznaczonej do suszenia oszacowano przy pomocy zależności podanej przez S. Pabisa [1994] zakładając, iż błąd względny maksymalny wyznaczanej zawartości wody nie może przekraczać 1%. Badania przebiegu procesu suszenia przeprowadzono w 10 powtórzeniach dla każdej temperatury. W każdym powtórzeniu wyznaczano metodą suszarkową początkową wilgotność wg PN-ISO 1026 (jako średnią z trzech próbek o masie

100 g- odważonych ze średniej próby z dokładnością ± 0,001 g i suszonych w suszarce próżniowej w temperaturze 70°C pod ciśnieniem 3 kPa do stałej masy). Określano też zawartość wody w 9-10 odstępach czasu podczas procesu na podstawie pomiaru masy suszonej próbki z dokładnością ± 0,001 g i suchej masy suszonej próbki. Zmiany zawartości wody podczas procesu suszenia obliczano ze wzoru

$u_{(\tau)} = (M_{(\tau)} - M_s)/ M_s$ [kg/kg],

gdzie: $M_{(\tau)}$ – masa próbki w czasie suszenia zważona z dokładnością ± 0,001 g, M_s – masa sucha, a błąd względny obliczony metodą różniczki zupełnej nie przekraczał 0,08%.

Ogólny wskaźnik jakości suszu (Wj) wyznaczano ze wzoru

$$Wj = \left(\frac{C}{C_{max}} + \frac{Lp}{Lp_{max}} + \frac{R}{R_{max}} \right) \cdot \frac{1}{3}$$

gdzie: C– zawartość kwasu L-askorbinowego, [mg/100 g suchej masy], Lp – ocena sensoryczna suszu, R – zdolność suszu do pochłaniania wody[ml/100 g], indeks max - maksymalna wartość w badaniach.

Wyniki i dyskusja

Przebieg zmian zawartości wody (wilgotności bezwzględnej) w czasie suszenia korzeni pietruszki w zakresie temperatury 55-70°C dobrze opisują wielomiany (tab. 1), gdyż wartości współczynnika determinacji mają bardzo wysokie wartości, wynoszące 0,998-0,999. Zwiększenie temperatury powietrza suszącego z 55 do 65 °C spowodowało skrócenie czasu suszenia o ok.19%, natomiast dalszy jej wzrost od 65 do 70°C znacznie mniejsze skrócenie – zaledwie o 4%.

Tabela 1. Zawartość wody (u) w funkcji czasu suszenia (τ) korzeni pietruszki
Table 1. Water content (u) as a function of drying time (τ) of parsley roots

Temperatura	Równanie wielomianu	Współczynnik determinacji R^2
55°C	$u = -1E-08\tau^3 + 8E-0,5\tau^2 - 0,415\tau + 5,5253$	0,9995
60°C	$u = -2E-07\tau^3 + 0,0002\tau^2 - 0,0535\tau + 5,539$	0,9991
65°C	$u = -4E-07\tau^3 + 0,0003\tau^2 - 0,0653\tau + 5,53$	0,9994
70°C	$u = -7E-07\tau^3 + 0,0004\tau^2 - 0,0741\tau + 5,5036$	0,9984

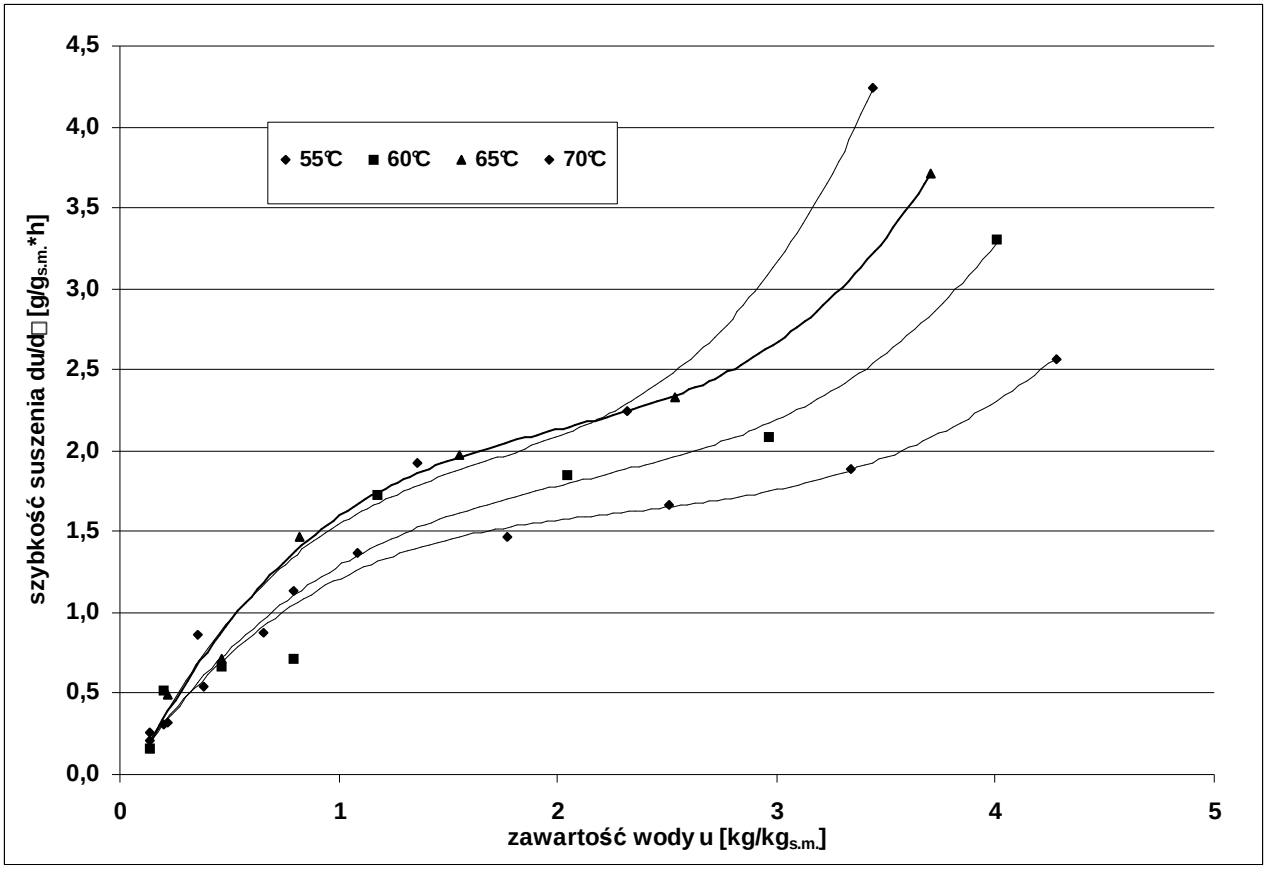
Przebieg krzywych szybkości suszenia korzeni pietruszki można opisać wielomianami (tab. 2, rys.1), gdyż wartości współczynnika determinacji mają dość wysokie wartości (0,996-0,997).

Tabela 2. Równania regresyjne szybkości suszenia (S) w funkcji zawartości wody (u)
Table 2. Regression equations for drying rate (S) as a function of the water content (u)

Temperatura	Równanie wielomianu	Współczynnik determinacji R^2
55°C	$S = 0{,}0047u^4 – 0{,}0194u^3 – 0{,}1312u^2 + 0{,}9837u – 0{,}0024$	0,9958
60°C	$S = 0{,}0355u^3 - 0{,}3176u^2 + 1{,}2785u – 0{,}117$	0,9764
65°C	$S = 0{,}0419u^3 – 0{,}3819u^2 + 1{,}5274u – 0{,}1781$	0,9975
70°C	$S = 0{,}0444u^3 - 0{,}3622u^2 + 1{,}4222u – 0{,}1109$	0,9963

Oczyszczone korzenie pietruszki miały wilgotność 84,7% i zawierały stosunkowo dużo kwasu L-askorbinowego (27,84 mg/100 g, tj. 182,44 mg/100 g suchej masy). Najlepszymi cechami jakościowymi charakteryzował się susz uzyskany w temperaturze suszenia równej 55°C (tab.3, rys.2-3). Odznaczał się on najwyższą zawartością kwasu L-askorbinowego (57,77 mg/100 g suszu, czyli 65,65 mg/100 g s. m.), przy 36% retencji (według Rudego S. [2003] retencja tej witaminy wynosiła 60% w suszu z pora, a 45% z papryki - w tej samej temperaturze suszenia).

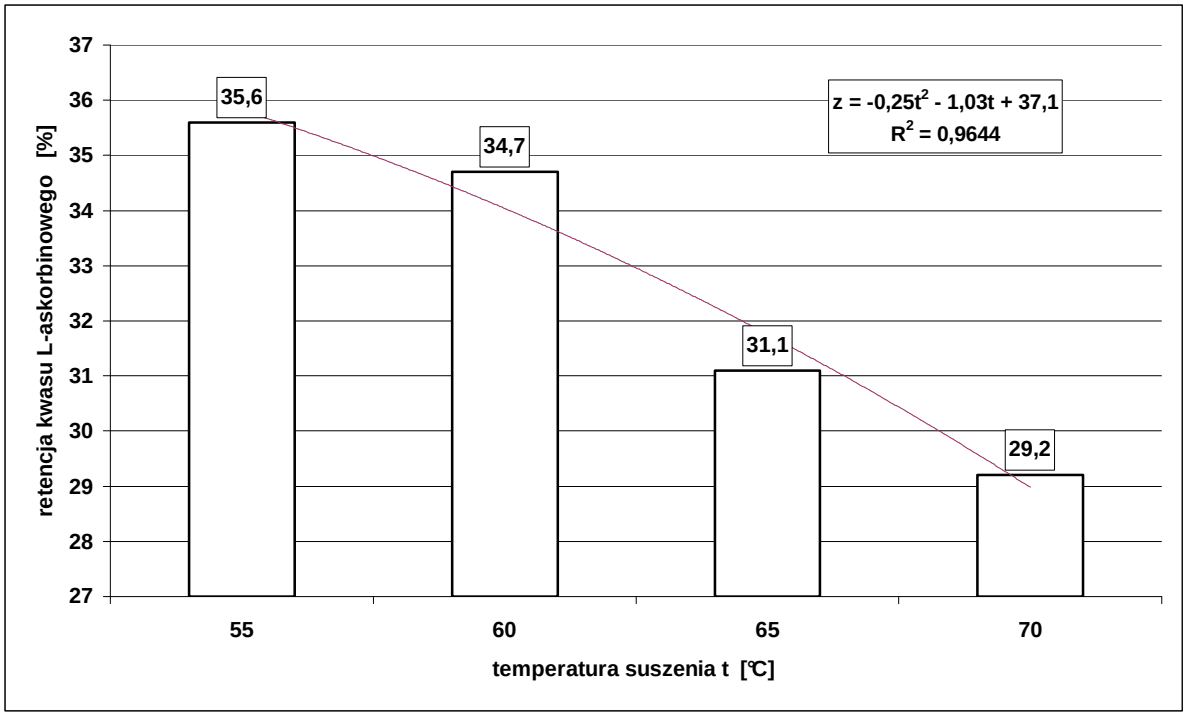
Susz z pietruszki uzyskany w temperaturze 55°C wyróżniał się też najlepszymi cechami sensorycznymi (barwa -4,3 pkt, smakowitość i aromat 3,7; kształt -3,3; jędrność-3,0 - w skali 5 punktowej). Po rehydratacji cechowała go najwyższa zawartość wody, nawet nieco wyższa od stanu surowca, gdyż stosunek zawartości wody po rehydratacji do stanu w surowcu był równy 1,04.



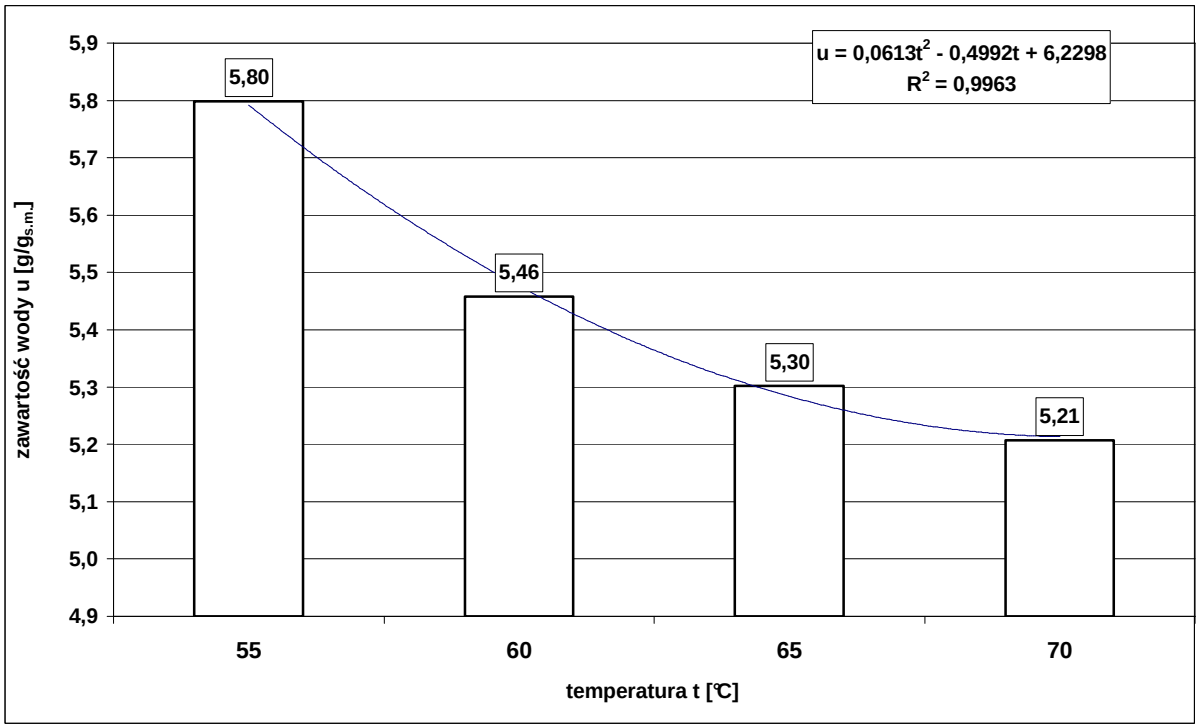
Rys.1. Wpływ temperatury na przebieg krzywych szybkości suszenia pietruszki
Fig. 1. Effect of temperature on the shape of drying rate curves for parsley roots

Tabela 3. Wpływ temperatury suszenia korzeni pietruszki na cechy jakościowe suszu
Table 3. Effect of drying temperature of parsley roots on the qualitative factors of the dried product

Wskaźnik oceny jakości suszu	Temperatura suszenia °C			
	55	60	65	70
C-zaw. kwasu L-askorb. [mg/100g suszu]	57,77	56,26	50,46	47,33
Cs-zaw. kwasu L-askorb.[mg/100g s. m.]	65,65(max)	63,93	57,34	53,78
Z-Retencja kwasu L-askorb. %	35,6	34,7	31,1	29,2
Wskaźnik Cs/Cs_{max}	1,00(max)	0,97	0,87	0,82
Wskażnik rehydratacji R/R_{max}	1,00(max)	0,94	0,91	0,90
Wskaźnik cech sensorycznych lp/lp_{max}	1,00(max)	0,92	0,83	0,78
Wskaźnik badanych cech jakościowych $W_j=[(Cs/Cs_{max})+(R/R_{max})+(lp/lp_{max})]1/3$	1,00	0,95	0,87	0,83



Rys. 2. Retencja kwasu L-askorbinowego w suszu, w zależności od temperatury suszenia
Fig. 2. Retention of L-ascorbic acid in dried products, dependent on drying temperature



Rys.3. .Wpływ temperatury suszenia pietruszki na zawartość wody w suszu po jego rehydratacji
Fig. 3. Effect of drying temperature of parsley on the water content in the dried product after its rehydration

Wraz ze wzrostem temperatury suszenia z 55 do 70°C wystąpiło pogorszenie wszystkich badanych cech fizycznych i chemicznych, które wpływają na jakość suszu. Nastąpiło zmniejszenie: retencji kwasu L-askorbinowego (z 36 do 29%). Wzrost temperatury suszenia pietruszki z 55 do 60°C spowodował niewielkie obniżenie retencji kwasu L-askorbinowego - o 0,9%, natomiast z 60 do 65°C – znacznie większe - o 3,6%, a z 66 do 70°C- dalsze obniżenie - o 1,9%.

Wraz ze wzrostem temperatury suszenia z 55 do 70°C wystąpiło obniżenie średniej oceny cech sensorycznych suszu (o 22%), jak również niewielkie zmniejszenie zawartości wody w produkcie po zakończeniu procesu rehydratacji (z 5,798 do 5,207 kg/kg s.m., czyli z 85,3% do 83,9%). Niekorzystny wpływ wzrostu temperatury suszenia w zakresie 55-70°C na cechy jakościowe suszu można przedstawić w postaci następujących wielomianów:

- na retencję kwasu L-askorbinowego - przy pomocy wielomianu 2° o postaci

$$Z = -0{,}25\ t^2 - 1{,}03\ t\ [\%];\quad R^2=10{,}9644$$

- na zdolność suszu do pochłaniania wody - wielomianu 2° o postaci

$$R = 6{,}125 * t^2 - 49{,}875 * t + 622{,}13\quad [\text{ml}/100\text{g}];\quad R^2=0{,}9961$$

- na cechy sensoryczne suszu - wielomianu 2°o postaci

$$Lp = 0{,}016 * t^2 - 0{,}3532 * t + 3{,}947\quad [\text{pkt}];\ R^2=0{,}9949.$$

Susz uzyskany z korzeni pietruszki odznacza się stosunkowo dużą zdolnością do pochłaniania wody, jednakże wzrost temperatury suszenia z 55 do 60°C powoduje pogorszenie tej cechy - o 6%, natomiast z 60 do 65°C - o 3%, a z 66 do 70°C - o 1%.

Zwiększenie temperatury powietrza od 55 do 60°C powoduje obniżenie wartości ogólnego wskaźnika wszystkich badanych cech jakościowych Wj o 5%, jej wzrost od 60 do 65°C -o 8%, a od 65 do 70° dalszy spadek wskaźnika -o 4% (tab. 3).

Wnioski

1. Zwiększenie temperatury powietrza suszącego z 55 do 65 °C spowodowało skrócenie czasu suszenia korzeni pietruszki o ok.19%, natomiast dalszy jej wzrost od 65 do 70°C znacznie mniejsze skrócenie – zaledwie o 4%.
2. Najlepszymi cechami jakościowymi charakteryzował się susz z korzeni pietruszki uzyskany w temperaturze 55°C, gdyż odznaczał się najwyższą: zawartością kwasu L-askorbinowego, zdolnością do pochłaniania wody oraz najlepszymi cechami sensorycznymi.
3. Wzrost temperatury suszenia pietruszki z 55 do 60°C spowodował niewielkie obniżenie retencji kwasu L-askorbinowego (o 0,9%), natomiast z 60 do 65°C – znacznie większe - o 3,6%, a z 66 do 70°C- dalsze niewielkie obniżenie (o ok.2%). Zmniejszenie ogólnego wskaźnika cech jakościowych suszu wyniosło odpowiednio: 5%; 8% i 4%.

Bibliografia

Lis T., 1996. Wpływ warunków suszenia selera korzeniowego na cechy jakościowe suszu. Zeszyty Problemowe Postępów Nauk Rolniczych z. 425; 136-140.

Lis H., Lis T., 1996. Optymalizacja suszenia cebuli pod względem cech jakościowych suszu. Zeszyty Problemowe Postępów Nauk Rolniczych z. 425; 127-133.

Lis T. i Lis H., 1998. Wpływ warunków suszenia warzyw liściastych na przebieg procesu i cechy jakościowe suszu. Zeszyty Problemowe Postępów Nauk Rolniczych z. 454; 431-438.

Łoś-Kuczera M. i in.1990. Produkty spożywcze. Skład i wartość odżywcza. Inst. Żywności i Żywienia.

Nosecka B. i in.1991-2002. Rynek Owoców i Warzyw, IERiGŻ.

Pabis S. 1994. Uogólniony model kinetyki suszenia warzyw i owoców w pierwszym okresie. Zeszyty Problemowe Postępów Nauk Rolniczych Z. 417; 15-34.

Rudy S. 2003. Wpływ warunków konwekcyjnego oraz sublimacyjnego suszenia na przebieg zmian cech jakościowych wybranych warzyw. Rozprawa doktorska. Akademia Rolnicza w Lublinie, Katedra Techniki Cieplnej.

EFFECT OF THE TEMPERATURE OF PARSLEY DRYING ON THE DRYING PROCESS, AND QUALITY FACTORS OF THE DRIED PRODUCT

Summary

With increases of the drying temperature (328-343 K) there was a decrease of L-ascorbic acid retention (this relation is described by a straight line equation), of the degree of rehydration of the dried product (this relation is described by a quadratic polynomial), of the water content in the product after termination of the rehydration process (this relation is described by a quadratic polynomial), of rehydration and average sensory assessment coefficient (this relation is described by a straight line equation); which is all the physical and chemical factors that have an effect on the dried product's quality. However, along with drying temperature increase, the length of time of the process was also shortened. This relation is well described by a cubic polynomial.

Key words: drying, parsley root, drying temperature, quality factors