

Badania wybranych cech mechanicznych marchwi suszonej sublimacyjnie

Streszczenie

Badania suszenia sublimacyjnego marchwi wykonano przy zastosowaniu kontaktowego sposobu dostarczania ciepła, dla temperatury płyty grzejnej wynoszącej 20⁰C i przy ciśnieniu w komorze wynoszącym 100Pa. Wartości pracy ściskania i przecinania obliczono dla surowca, dla marchwi niepoddanej obróbce wstępnej oraz dla marchwi blanszowanej i odwadnianej osmotycznie. Badania wykonano dla suszu oraz dla materiału uwodnionego. Przedstawiono przykładowe przebiegi procesu ściskania i przecinania marchwi. Przeanalizowano wpływ obróbki wstępnej przed suszeniem sublimacyjnym na wartości pracy ściskania i wartości pracy przecinania.

Słowa kluczowe: suszenie sublimacyjne, marchew, obróbka wstępna, praca ściskania, praca przecinania

Wprowadzenie

Konieczność uzyskiwania produktów spożywczych o najwyższej jakości wymaga stosowania coraz bardziej wyrafinowanych sposobów wytwarzania i utrwalania żywności. Nowoczesne techniki suszenia są kosztowne, lecz tylko one pozwalają uzyskać produkt o najwyższej jakości [Szarycz i in. 2001].

W doniesieniach na temat badania wpływu warunków, metodyki, i parametrów suszenia sublimacyjnego materiałów rolniczych i spożywczych przeważają informacje dotyczące niekorzystnych przemian smaku, zapachu, wolnej lub niecałkowitej rehydracji, skurczu suszarniczego oraz zmiany powierzchni i tekstury żywności. Informacje dotyczące zmian właściwości

mechanicznych suszu w stosunku do surowca oraz przemian następujących w czasie przechowywania suszu są nieliczne [Kramkowski i in. 2003; Stępień i in. 2002; Sitkiewicz i in. 1998].

Suszenie sublimacyjne jest uznawane za wyjątkowo mało destrukcyjny zabieg utrwalania żywności i z tego względu uchwycenie zachodzących przemian jest trudne a wyniki badań mało powtarzalne [Weber in.,1999; Wurzenberger i Grosch, 1982].

Dla polepszenia właściwości suszu surowiec jest często poddawany zabiegom wstępnym, z których najczęściej stosuje się: blanszowanie, odwadnianie osmotyczne, moczenie, zamrażanie, otoczkowanie i inne [Witrowa-Rajchert 1999]. W ścianach komórkowych warzyw poddanych blanszowaniu przed suszeniem obserwuje się zwiększenie zawartości amorficznej celulozy. Powoduje to łatwiejszą absorpcję wody, pęcznienie i powrót do oryginalnego kształtu [Sterling, Shimazu 1961]. Istnieją sprzeczne informacje na temat wpływu odwadniania osmotycznego na właściwości rekonstrykcyjne warzyw. Z jednej strony badania wskazują, że wstępne odwadnianie blanszowanego jabłka i gruszki w roztworze glukozy i fruktozy poprawia właściwości rehydracyjne suszy [Barbanti i in. 1991] a z drugiej strony Witrowa-Rajchert i inni [1998] wykazują, że odwadnianie osmotyczne jabłka przed suszeniem pogarsza jego właściwości rekonstrykcyjne.

Metodyka badań

Przedmiotem badań była marchew odmiany Cezaro uzyskana z jednego pola. Plon zebrany w pierwszych dniach października 2003 roku magazynowano w chłodni producenta. Próbkę przygotowano w formie walców o średnicy $\varphi=20$ mm i wysokości 5mm. Badaniom poddano surowiec, marchew niepoddaną obróbce wstępnej oraz marchew blanszowaną i odwadnianą osmotycznie. Próbkę blanszowano przed suszeniem przez 3 minuty w wodzie o temperaturze $95^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$. Odwadnianie osmotyczne

wykonano w 5% roztworze NaCl przez 24 godziny. Materiał poddany obróbce wstępnej dokładnie osuszano na bibule a następnie zamrażano. Przy każdym powtórzeniu zabiegu obróbki wstępnej zachowywano jednakowy stosunek ilości płynu do blanszowania bądź roztworu do odwadniania osmotycznego do ilości surowca. Zamrażanie próbek odbywało się w temperaturze -20°C z szybkością $1^{\circ}\text{C}/\text{min}$. Sublimacyjne suszenie marchwi wykonano przy użyciu suszarki OF-950 szerzej opisanej w wielu pracach [Stępień i in. 2002; Stępień i in. 2003]. Zastosowano kontaktowy sposób dostarczania ciepła, temperaturę płyty grzejnej wynoszącą 20°C oraz ciśnienie w komorze suszenia wynoszące 100Pa. Materiał suszono do uzyskania wilgotności równowagowej. Do badań wykorzystano maszynę wytrzymałościową Instron 5566 z głowicą o maksymalnym obciążeniu wynoszącym: 1kN (przy badaniach surowca i suszu) oraz 100N (przy badaniach materiału uwodnionego). Zastosowano głowice o klasie 0,5. Testy wytrzymałościowe wykonywano w cylindrze ściskając tłokiem warstwę ułożonych na sobie walców tworzących słup o wysokości 30mm. Proces ściskania trwał do momentu aż próbka została odkształcona o 20% jej wysokości początkowej tzn. o 6mm. Wartość pracy ściskania obliczono metodą trapezów. Proces przecinania marchwi suszonej sublimacyjnie badano przy wykorzystaniu przystawki własnej konstrukcji. Charakterystyczne kąty noża tnącego (ostrza i rozwarcia) dobrano w oparciu o analogiczne przystawki produkowane przez firmę Instron. Przecinano pojedyncze walce marchwi a wartości pracy przecinania obliczono również metodą trapezów i przeliczono na jeden cm^2 przecinanej powierzchni.

Rehydrację suszu przeprowadzono w wodzie destylowanej o temperaturze 20°C . Czas rehydracji dobierano w taki sposób, aby uzyskać wilgotność zbliżoną do wilgotności surowca wynoszącej 87%. Testy ściskania wykonano w pięciu powtórzeniach natomiast testy przecinania w dziesięciu powtórzeniach.

Cel pracy

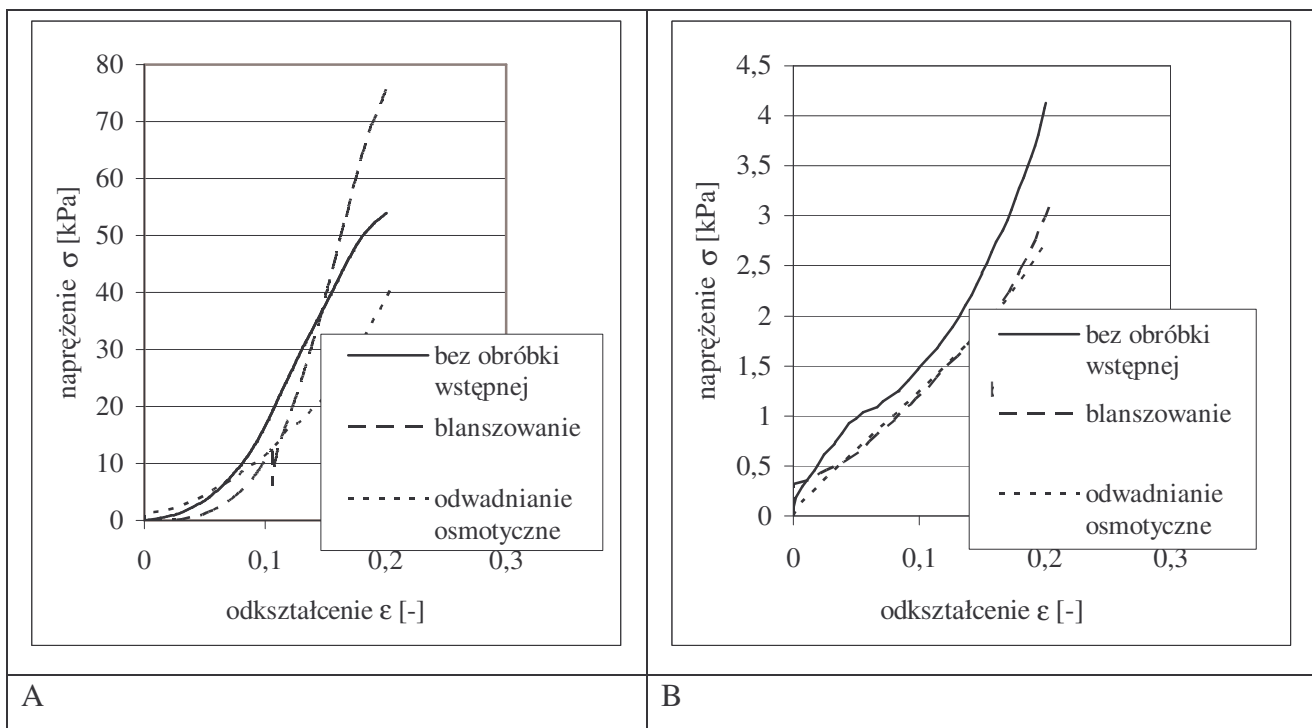
Celem pracy było zbadanie wpływu zastosowania obróbki wstępnej przed suszeniem sublimacyjnym na podstawowe cechy mechaniczne suszu a także produktu uwodnionego, na przykładzie marchwi.

Analiza wyników

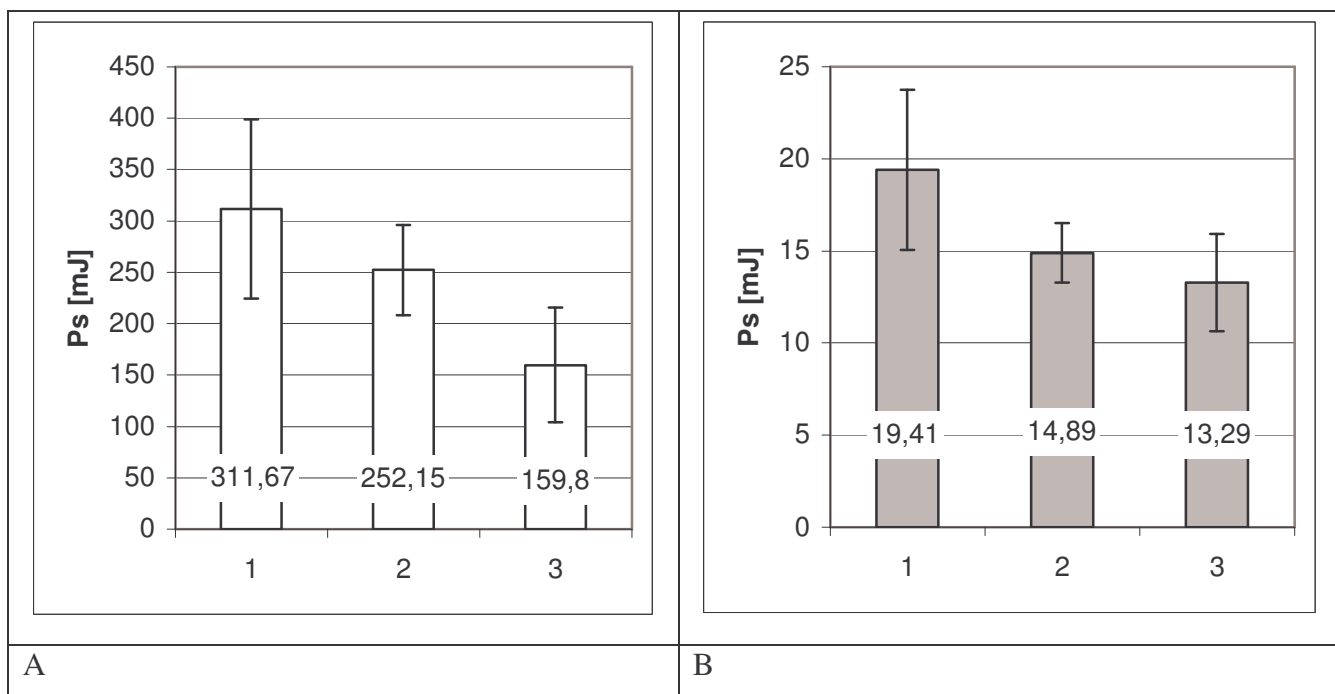
Susze uzyskane w wyniku suszenia sublimacyjnego miały wilgotność z zakresu $4,5\% \div 5,5\%$ w zależności od zastosowanej obróbki wstępnej. Najwyższą wilgotność miał susz otrzymany z marchwi niepoddanej obróbce wstępnej a najniższą wilgotnością charakteryzował się susz z surowca blanszowanego przed suszeniem. Można przyjąć, że wilgotność suszu nie miała istotnego wpływu na obliczone wartości pracy ściskania i pracy przecinania. W wyniku uwodnienia otrzymano materiał o wilgotności z zakresu $84\% \div 86,5\%$, przy czym najniższą wilgotność miał produkt uzyskany z marchwi niepoddanej obróbce wstępnej a najwyższą wilgotność otrzymano dla pietruszki blanszowanej. Przykładowe krzywe ściskania dla suszu (A) i materiału uwodnionego (B) zaprezentowano na rysunku 1. Wpływ obróbki wstępnej na przebieg procesu jest znacznie większy dla suszu niż dla materiału poddanego rehydracji po suszeniu sublimacyjnym.

Jednak w obu przypadkach wpływ ten zaznacza się dopiero w drugiej fazie procesu, gdy odkształcenie względne próbki przekroczy wartość $\varepsilon = 0,1$.

Na rysunku 2 przedstawiono wartości pracy ściskania dla suszu (A) oraz dla materiału uwodnionego (B). W obu przypadkach najwyższe wartości pracy ściskania uzyskano dla materiału niepoddanego obróbce wstępnej, niższe dla marchwi blanszowanej przed suszeniem sublimacyjnym a najniższe dla marchwi odwodnionej osmotycznie. Przyjmując wartości odchyłeń standardowych jako kryterium istotności różnic można stwierdzić, że jedynie wartość pracy ściskania suszu uzyskanego z surowca niepoddanego obróbce wstępnej różni się istotnie od wartości pracy ściskania suszu odwodnionego osmotycznie przed suszeniem sublimacyjnym.

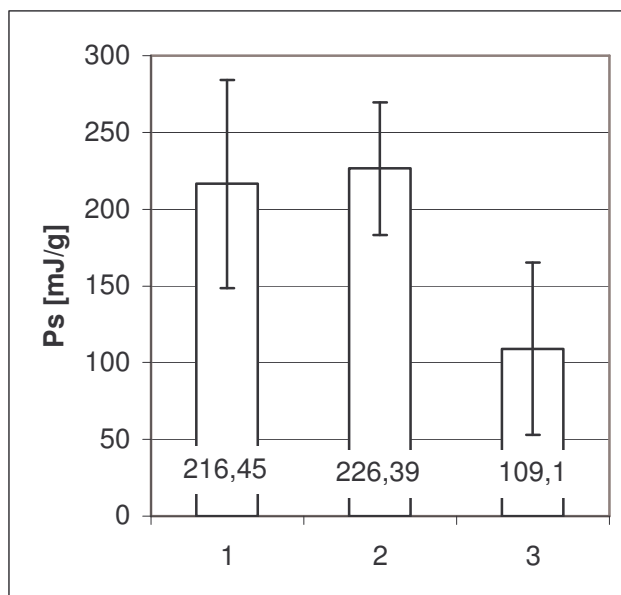


Rys.1.



Rys.2.

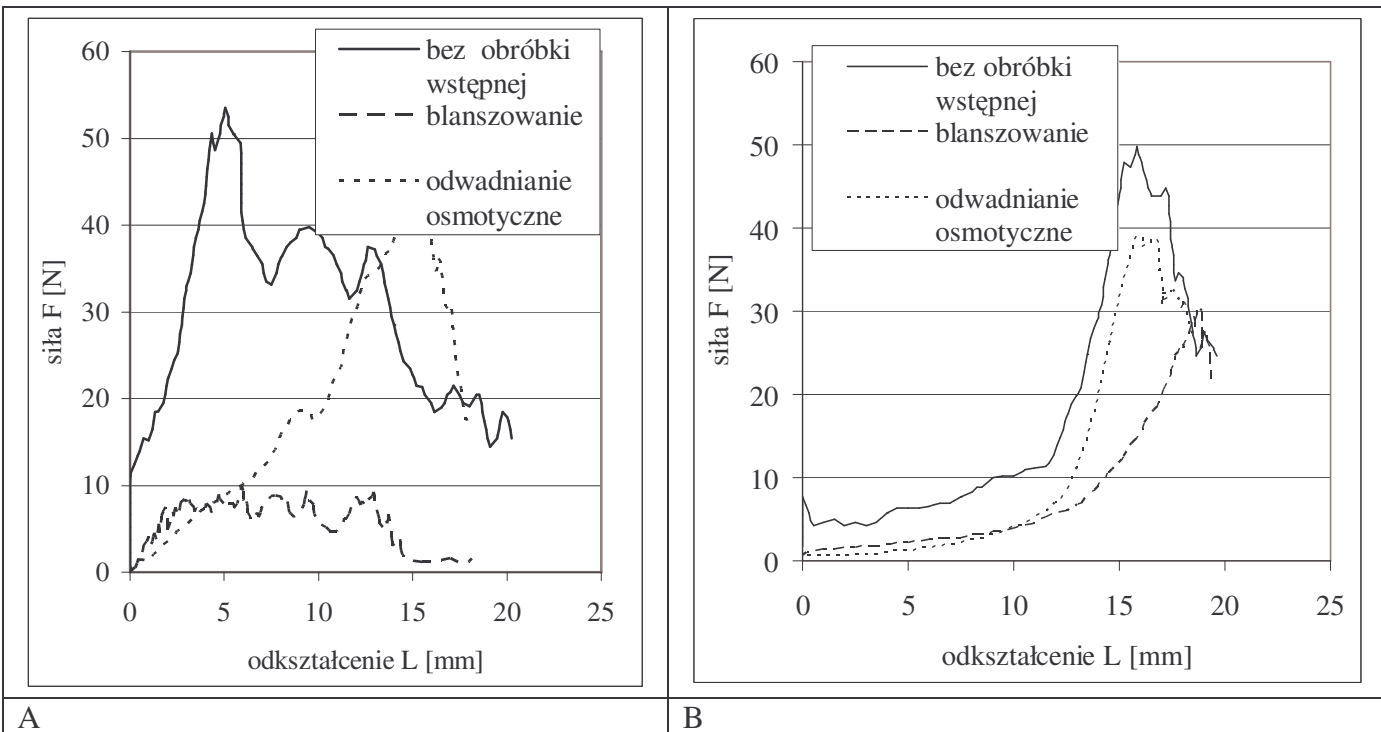
Wartości pracy ściskania suszu przeliczone na jeden jego gram przedstawiono na rysunku 3. Okazało się, że w takiej sytuacji istotne różnice obserwuje się między suszem blanszowanym i odwodnionym osmotycznie przed suszeniem. Nawet minimalny skurcz suszarniczy obserwowany po suszeniu sublimacyjnym wpływa na wynik testu ściskania, ponieważ masa próbek, w poszczególnych powtórzeniach testu, różniła się do 15%. Można przypuszczać, że przyczyną osłabienia struktury marchwi odwodnionej osmotycznie są kryształki NaCl tworzące się w trakcie suszenia wewnątrz tkanki. Z jednej strony powodują one polepszenie właściwości rehydracyjnych [Curry i in. 1976], ale z drugiej strony wpływają negatywnie na właściwości wytrzymałościowe marchwi.



Rys. 3.

Przykładowe krzywe przecinania dla suszu (A) i materiału uwodnionego (B) zaprezentowano na rysunku 4. Istotne różnice w przebiegu procesu przecinania marchwi w zależności od zastosowanej obróbki wstępnej występują jedynie dla suszy. Tylko w przypadku materiału blanszowanego przed suszeniem sublimacyjnym większe wartości sił rejestrowano dla marchwi uwodnionej niż dla suszu. W pozostałych przypadkach maksymalne

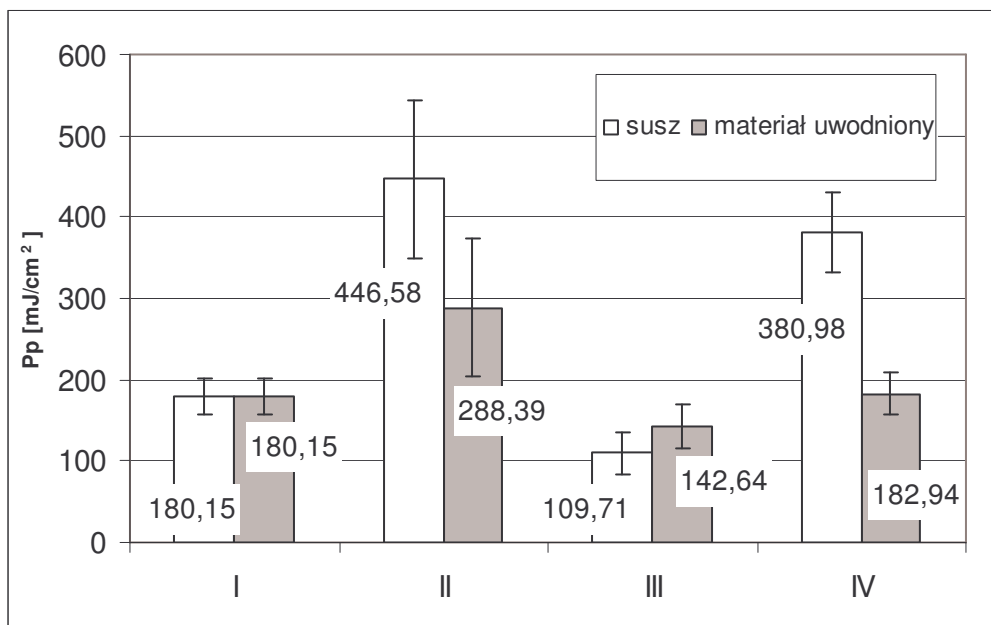
wartości sił podczas przecinania suszu są o około 10% wyższe od maksymalnych wartości sił przecinania materiału uwodnionego. Charakter przebiegu krzywych przecinania dla suszu jest inny niż charakter przebiegu krzywych dla materiału uwodnionego i przez to rzutuje na występowanie istotnych różnic w wartościach pracy przecinania.



Rys. 4.

Na rysunku 5 zaprezentowano wartości pracy przecinania dla marchwi surowej oraz dla suszu i materiału uwodnionego. Stwierdzono występowanie istotnych różnic w wartościach pracy przecinania wszystkich suszy w stosunku do wartości pracy przecinania surowca. Susz z marchwi niepoddanej obróbce wstępnej oraz odwodnionej osmotycznie przed suszeniem wykazuje większą odporność na przecinanie niż świeża marchew. Natomiast przecinanie suszu uzyskanego z marchwi blanszowanej wymaga mniejszych nakładów energetycznych niż surowiec. Nie stwierdzono istotnych różnic w wartościach pracy przecinania surowca oraz marchwi uwodnionej, którą blanszowano i odwodniono osmotycznie przed suszeniem. Większą wartość pracy

przecinania, w stosunku do surowca, zaobserwowano dla materiału uwodnionego niepodanego obróbce wstępnej.



Rys. 5.

Wnioski

1. Blanszowanie marchwi przed suszeniem sublimacyjnym powoduje wzrost wartości pracy ściskania suszu w stosunku do wartości pracy ściskania suszu odwodnionego osmotycznie.
2. Marchew blanszowana przed suszeniem sublimacyjnym ma najmniejsze opory przecinania zarówno dla suszu jak i materiału uwodnionego.
3. Wartość pracy ściskania świeżej marchwi jest 5 ÷ 10 razy większa od wartości pracy ściskania suszu oraz około 100-krotnie większa od wartości pracy ściskania materiału rehydrowanego. Wartość pracy przecinania świeżej marchwi istotnie różni się od wartości pracy przecinania suszu odwodnionego osmotycznie i suszu niepoddanego obróbce wstępnej. Dla materiału uwodnionego nie zaobserwowano

istotnych różnic bez względu na sposób przygotowania próbki przed suszeniem sublimacyjnym.

Bibliografia

Barbanti D., Mastracola D., Pinnavaia G., Severini C., Dalla Rosa M. 1991, Air drying of fruit: Effect of different pre-treatments on drying rate and product quality, Proceedings of the 7th International Drying Symposium, Drying'91, Elsevier Sci. Publ., Amsterdam, pp. 471 ÷ 482

Curry J.C., Burns E.E., Heidelbaugh N.D. 1976, Effect of sodium chloride on rehydration of freeze-dried carrots. J. Food Sci., 41, 176 ÷ 179

Jakubczak E., Lewicki P.P. 2002, Effect of pretreatment prior to drying on mechanical properties of dried apples, Inżynieria Rolnicza, 5 (38), pp. 431 ÷ 439

Szarycz M., Krakowski R., Kamiński E. 2001, Możliwości zastosowania mikrofal w suszarnictwie żywności, Maszyny do przetwórstwa owoców rolnych, Nr 1(14)'01, s. 19 ÷ 24

Sterling C., Shimazu F. 1961, Cellulose crystallinity and the reconstitution properties of dehydrated carrots, J. Food Sci., 26, pp.479 ÷ 484

Stępień B., Krakowski R., Gąsiorek E. 2002, The effect of the freeze-drying terms and storage time on the quality of dried mushrooms, Inżynieria Rolnicza 5 (38), Part II, pp. 369 ÷ 375

Stępień B., Kramkowski R., Figiel A. 2003, The effect of freeze-drying temperature on the rheological properties of root celery, Inżynieria Rolnicza nr 9 (51), pp. 155 ÷ 162, Kraków

Witrowa-Rajchert D. 1999, Rehydration as an index of changes occurring in plant tissues during drying, Fundacja "Rozwój SGGW", Warszawa

Witrowa-Rajchert D., Lewicki P.P. 1998, Kinetics of rehydration of dried vegetables, Proceedings of the 11th International Drying Symposium, Drying'98, Ziti Editions, Thessaloniki, v. B, pp. 1244 ÷ 1250

Studies on selected mechanical properties of freeze-dried carrot

Summary

Freeze-drying of carrot was studied using contact heating, temperature of the heating plate 20⁰C and pressure in the drying chamber 100 Pa. The values of deformation and cutting force were calculated for raw carrot, for carrot without pre-treatment and for blanched and osmosis dehydrated carrot. The assays were carried out for dried and rehydrated material. Courses of carrot deformation and cutting processes are presented as a examples. The effect of pre-treatment on the value of deformation work and cutting work was analysed.

Key words: freeze-drying, carrot, pre-treatment, mechanical properties

Rys. 1. Przykładowe przebiegi procesu ściskania marchwi dla suszu (A) i materiału uwodnionego (B)

Fig 1. Examples of courses of a deformation process for dried (A) and rehydrated material (B)

Rys.2. Wartości pracy ściskania marchwi dla suszu (A) i materiału uwodnionego (B):

1-bez obróbki wstępnej, 2-blanszowanie, 3-odwadnianie osmotyczne

Fig. 2. Deformation work values for dried (A) and rehydrated material (B):

1-without pretreatment, 2-blanching, 3-osmotic dehydration

Rys. 3. Wartości pracy ściskania marchwi przeliczone na jeden gram suszu:

1-bez obróbki wstępnej, 2-blanszowanie, 3-odwadnianie osmotyczne.

Fig. 3. Deformation work values for a dried carrot calculated on one its gram:

1-without pretreatment, 2-blanching, 3-osmotic dehydration

Rys. 4. Przykładowe przebiegi procesu przecinania marchwi dla suszu (A) i materiału uwodnionego (B).

Fig. 4. Examples of courses of a cutting process for dried (A) and rehydrated material (B)

Rys. 5. Wartości pracy przecinania marchwi dla suszu (A) i materiału uwodnionego (B):

1- surowiec, 2-bez obróbki wstępnej, 3-blanszowanie, 4-odwadnianie osmotyczne

Fig. 5. Cutting work values for dried (A) and rehydrated material (B): 1-raw carrot,

2-without pretreatment, 3-blanching, 4-osmotic dehydration