

Marek Domoradzki, Wojciech Korpal, Wojciech Weiner
Katedra Technologii i Aparatury Przemysłu Chemicznego i Spożywczego
Akademia Techniczno-Rolnicza w Bydgoszczy

ZALEŻNOŚĆ WILGOTNOŚCI RÓWNOWAGOWEJ NASION OD TEMPERATURY

Streszczenie

W pracy przedstawiono wyniki badań wilgotności równowagowej nasion warzyw przeznaczonych do długotrwałego przechowywania, suszonych w suszarce przepływowej gorącym powietrzem.

Słowa kluczowe: suszenie nasion, wilgotność równowagowa, termoterapia

Wprowadzenie

Jednym z warunków przygotowania nasion do długiego przechowywania jest obniżenie ich wilgotności. Przeważnie stosuje się suszenie niskotemperaturowe w temperaturach do 40°C. Wygrzewanie nasion w długim czasie i w wysokich temperaturach jest stosowane w termoterapii nasion suchym gorącym powietrzem. Maude [1996] wykazał, że nasiona charakteryzuje wysoka odporność na stosowanie temperatur wygrzewania do 70°C. tabela 1.

W pracy Domoradzkiego i Witka [2004] wykazano, że przedłużenie czasu przechowywania nasion bez obniżenia ich jakości można uzyskać przez szybkie wysuszenie nasion w wysokich temperaturach.

Za obniżenie jakości nasion odpowiadają procesy utleniania. Pod wpływem temperatury następuje koagulacja protein i destrukcja patogenów. [Baker, 1962; Sykes, 1965]. Harrington [1963] określił maksymalną wilgotność nasion warzyw przechowywanych przez min. 3 lata w temp. ok. 25°C oraz wilgotność minimalną, która nie powoduje jeszcze obniżenia jakości nasion (uśpienia) (tabela. 2).

Tabela 1. Odkażanie suchym gorącym powietrzem wg Maude [1996]
Table 1. Disinfection with dry hot air according to Maude [1996]

Gatunek	Patogen	Czas [godz.]	Temp [°C]	Infekcja	Kiełkowanie
Fasola	<i>Pseudomonas syringae</i>	72	50	Usunięta	Bez zmian
Fasola	<i>Pseudomonas syringae</i>	3	50	Zredukowana	Bez zmian
Fasola	<i>Pseudomonas syringae</i>	24	60	Usunięta	Bez zmian
Fasola	<i>Pseudomonas syringae</i>	2	70	Zredukowana	Obniżone
Ogórek	<i>Pseudomonas syringae</i>	72	70	Zredukowana	Obniżone
Groch	<i>Pseudomonas syringae</i>	24	65	Zredukowana	Bez zmian
Pomidor	<i>Clavibacter michiganense</i>	1	80	Usunięta	Bez zmian

Tabela 2. Wilgotność nasion przeznaczonych do długiego przechowywania wg Harringtona [1963]

Table 2. Moisture of seeds destined for long storage according to Harrington [1963]

Gatunek	Wilgotność	
	minimalna	maksymalna
Cebula		6,5
Burak		7,5
Kapusta	2,0	5,0
Rzodkiewka		5,0
Marchew	3,0	7,0
Ogórek		6,0
Pietruszka		6,5
Pomidor	2,5	6,5

Podwyższenie temperatury suszenia powoduje szybsze osiągnięcie wymaganej wilgotności minimalnej. Znajomość minimalnej i maksymalnej wilgotności nasion jest zagadnieniem ważnym w procesie ich suszenia i odkażania suchym gorącym powietrzem. Dla optymalizacji parametrów procesu suszenia należy wyznaczyć wilgotność równowagową nasion. Znając wilgotności równowagowe oraz wpływ temperatury suszenia na jakość nasion można dla założonych wcześniej parametrów realizować proces suszenia wiedząc, że stosowane parametry spowodują termiczne odkażenie nasion oraz, że ewentualne przekroczenie czasu operacji nie wpłynie na obniżenie zdolności kiełkowania materiału siewnego.

Cel i zakres pracy

Celem pracy było wyznaczenie wilgotności równowagowej suszonych nasion warzyw w zależności od temperatury powietrza doprowadzanego do suszarki. Badania przeprowadzono na nasionach cebuli i uzupełniono badaniami dla nasion buraka ćwikłowego, kapusty, marchwi, ogórka, papryki, pietruszki, pomidora i rzodkiewki.

Metodyka badań

Próbki nasion ok. 50 g suszono przez 24 godz. w laboratoryjnej suszarce przepływowej (rys. 1) w temperaturach od 20 do 70°C dla określenia wilgotności równowagowej nasion w stosunku do przepływającego powietrza. Wilgotność końcową nasion oznaczano metodą suszarkową wg PN-79/R65950.



Rys. 1. Laboratoryjna suszarka przepływowa
Fig. 1. Laboratory flow dryer

Wyniki badań i ich analiza

Zależność wilgotności równowagowej nasion od temperatury dla procesu 24 godzinowego suszenia nasion cebuli *Kristina S-19* zestawiono w tabeli 3.

Tabela 3. Wilgotność równowagowa nasion cebuli Kristina S-19 w funkcji temperatury

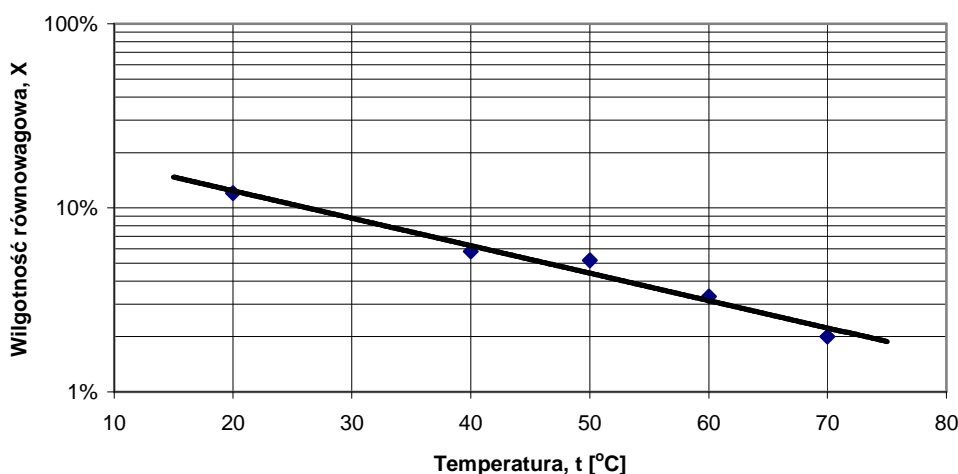
Table 3. Equilibrium moisture of onion seeds Kristina S-19 in temperature function

Temperatura suszenia t [°C]	20	40	50	60	70
Wilgotność równowagowa W_r [%]	12	5,80	5,20	3,30	2,00

W układzie półlogarytmicznym (rys. 2) zależność wilgotności równowagowej (X) od temperatury (t) dobrze opisuje prosta o równaniu:

$$X_r = 0,2459 \cdot e^{-0,0343t}$$

przy współczynniku determinacji $R^2 = 0,974$



Rys 2. Zależność wilgotności równowagowej w funkcji temperatury suszenia dla nasion cebuli odmiany Kristine S-19

Fig. 2. Dependency of equilibrium moisture in function of drying temperature for onion seeds Kristine S-19

W następnej tabeli (tabela 4) przedstawiono wyniki wyznaczenia wilgotności równowagowej nasion w temperaturze 50°C dla kilku odmian cebuli. Wartości wilgotności równowagowej podczas suszenia nasion cebuli badanych odmian w temperaturze 50°C nie wykazują dużych różnic i wahają się w pobliżu 5%, to jest poniżej wartości maksymalnej wilgotności dla długotrwałego przechowywania [Harrington 1963].

Tabela 4. Wilgotność równowagowa nasion cebuli w temp. 50°C

Table 4. Equilibrium moisture of onion seeds in temperature 50°C

Lp.	Odmiana cebuli	Wilgotność nasion [%]		Błąd względny δ [%]
		początkowa W_o	równowagowa W_r	
1	Efekt	11,8	5,1	3,39
2	Kristine S19	12,0	5,2	0,83
3	Pino	6,9	4,8	1,45
4	Supra	8,0	4,9	2,50

Wartości wilgotności równowagowej nasion różnych gatunków i odmian warzyw wyznaczone dla temperatury suszenia 70°C przedstawiono w tabeli 5.

Tabela 5. Wilgotność równowagowa nasion warzyw w temp. 70°C

Table 5. Equilibrium moisture of vegetable seeds at temperature 70°C

Lp.	Gatunek i odmiana	Wilgotność nasion [%]		Błąd względny δ [%]
		początkowa W_o	równowagowa W_r	
1	Burak Czerwona Kula	13,0	2,6	-1,5
2	Cebula Efekt	11,5	2,8	0,9
3	Cebula Kristina S-256	8,0	2,6	4,9
4	Cebula Kristine S19	12,0	2,0	3,3
5	Cebula Pino	7,0	2,4	3,2
6	Cebula Supra	8,0	2,5	3,0
7	Kapusta Kam.Głowa	8,0	2,3	1,7
8	Marchew Prerfekcja	8,5	3,1	2,1
9	Ogórek Frykas	9,0	2,8	0,1
10	Ogórek Polan	9,5	2,4	3,3
11	Papryka Ożarowska	7,5	3,4	2,7
12	Pietruszka Ołomuńska	9,0	4,0	4,0
13	Pomidor Koralik	11,2	2,5	1,1
14	Rzodkiewka Lucynka	8,5	2,1	2,3

Wilgotność równowagowa nasion warzyw suszonych w temperaturze 70°C jest zbliżona do wartości wilgotności uznanych przez Harringtona za minimalne dla długotrwałego przechowywania. Jednocześnie wysoka temperatura procesu suszenia powinna zwiększyć efekt termoterapeutyczny, co należy potwierdzić w dalszych badaniach.

Wnioski

1. Suszenie badanych nasion warzyw w suszarce w temperaturze 70°C pozwala na osiągnięcie wilgotności równowagowej wymaganej wg Harringtona do długiego przechowywania nasion.
2. Wilgotność równowagowa badanych nasion mieściła się w zakresie uznanym za właściwy do długotrwałego ich przechowywania.
3. Uzyskanie przez suszone nasiona wilgotności równowagowej można jednoznacznie odczytać z wykresów zapisu parametrów procesu.
4. Przeprowadzone badania mogą stanowić podstawę do optymalizacji procesu suszenia nasion warzyw przeznaczonych do długiego przechowywania i projektowania specjalistycznych suszarek.

Bibliografia

- Baker, K. F. 1962. Thermotherapy of planting material. *Phytopathology*, 52, 1244-1255.
- Domoradzki, M. Witek Z. 2004. Magazynowanie i przechowywanie nasion. Wybrane zagadnienia z nasiennictwa roślin ogrodniczych. Kraków 202-207.
- Harrington, I.F. 1963. Practical instruction and advice on seed storage. *Proc. ISTA* t. 28.
- Maude R. B. 1996. Seedborne Diseases and Their Control. *Horticulture*.
- PN-79/R-65950. Materiał siewny. Metody badania nasion. PKNJiM.
- Sykes, G. 1965. *Disinfection and Sterilization* 2nd edn. E&FN Spon, London.

DEPENDANCE OF THE EQUILIBRIUM MOISTURE OF SEEDS ON TEMPERATURE

Summary

The study presents results of research of equilibrium moisture of vegetable seeds destined for long-term storage, dried in a flow dryer with hot air.

Key words: Seed drying, equilibrium moisture, thermotherapy