

CHARAKTERYSTYKA SUSZARNICZA SZYSZEK SOSNY POSPOLITEJ

Grzegorz Błęcki

Instytut Mechanizacji Rolnictwa AR we Wrocławiu

Jednym z wielu materiałów pochodzenia roślinnego poddawanych procesowi technologicznemu suszenia są owoce drzew iglastych. W hodowli lasu dużą rolę odgrywa gospodarka nasienna, gdyż co roku zużywa się znacznych ilości nasion do obsiewu szkółek i wykonania siewów na odnawianych powierzchniach. Takich zasiewów wykonano np. w 1976 roku na powierzchni 97,7 tys. ha, a w 1977 roku na 99,1 tys. ha [5]. Strukturę gatunkową według zajmowanej powierzchni przedstawia tabela 1 [4].

T a b e l a 1

Struktura gatunkowa drzewostanów w Przedsiębiorstwach
Lasów Państwowych

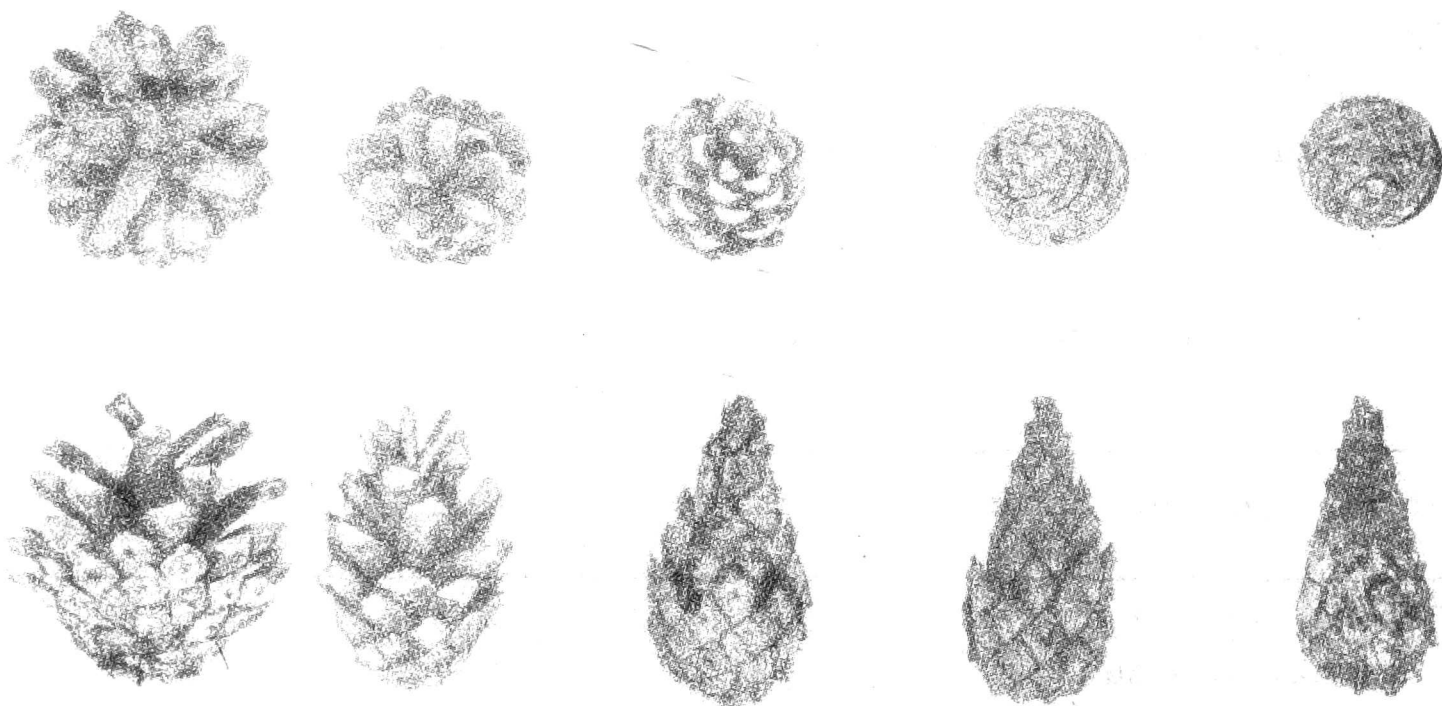
Grupy rodzajowe drzew (gatunki)	Powierzchnia	
	tys. ha	%
Drzewa iglaste	5190,8	81,6
sosna, modrzew	4556,7	71,6
świerk	476,8	7,5
jodła, daglerja	157,3	2,7
Drzewa liściaste	1168,4	18,4
dąb, jesion, klon, jawor, wiąz	343,3	5,4
buk	258,3	4,1
grab	25,5	0,4
brzoza	282,8	4,4
olsza	227,6	3,6
osika, topola, wierzba	31,0	0,5

Z przedstawionych danych (tabela 1) wynika, że największy obszar pod względem zajmowanej powierzchni zajmuje sosna i modrzew. Roczne zapotrzebowanie nasion sosny pospolitej w Polsce wynosi około 40 ton. Aby sprostać temu zapotrzebowaniu należy po-

zyskać 2500 ton szyszek, a następnie wyłuskać z nich nasiona w wyłuszczeniach. Proces wyłuszczenia dzielimy na trzy etapy:

- etap I - suszenie szyszek,
- etap II - odskrzydlanie nasion,
- etap III - czyszczenie nasion.

Etap I - suszenie szyszek jest etapem ważnym z punktu widzenia zachowania przez nasiona dużej siły i energii kiełkowania 1. Istota procesu wyłuszczenia polega na tym, że podczas procesu suszenia, szyszka „otwiera się” zmieniając swój początkowy kształt, który można przyrównać do stożka obrotowego, na bryłę składającą się z szeregu łusek połączonych jedną stroną do wspólnej osi. Zmiana kształtu oraz poszczególne jej etapy zostały przedstawione na zdjęciach na (rys. 1). W przypadku szyszek sosny pospolitej



Rys. 1. Zmiana kształtu szyszek sosny pospolitej w trakcie trwania procesu suszenia

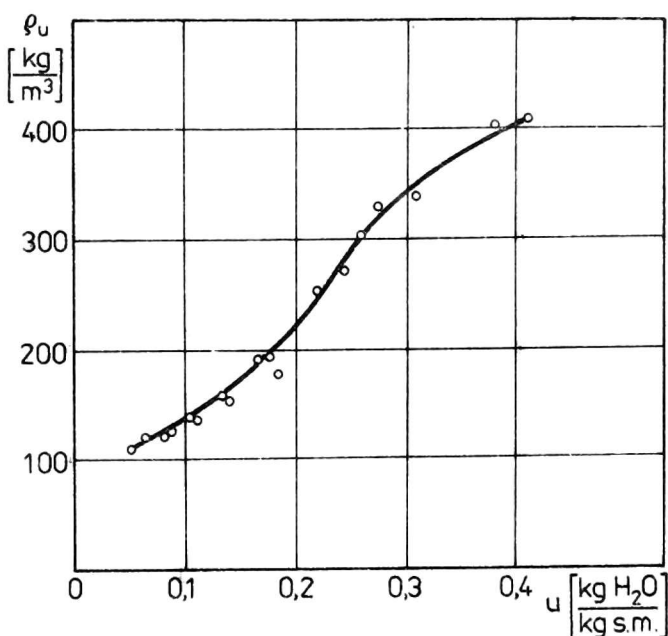
„otwarcie” szyszek jest tak duże, że większość nasion może swobodnie wypaść, a energiczne potrząśnięcie ułatwia wypadnięcie pozostałych nasion spod łusek mniej otwartych. Jednocześnie z „otwieraniem” się szyszek następuje zmiana powierzchni wymiany masy i ciepła, gęstości usypowej i wysokości warstwy materiału.

Wyniki pomiarów zmiany powierzchni przedstawione zostały w tabeli 2. W tabeli tej przedstawiono wartości promienia podstawy szyszki r w m, wysokości h w m oraz obliczone na podstawie tych wielkości wartości powierzchni przed ich otwarciem tzn. przy zawartości wody w materiale $u = u_0$. Wartości powierzchni dla poszczególnych szyszek S wahały się w zakresie 0,00109 do 0,002708 m², a

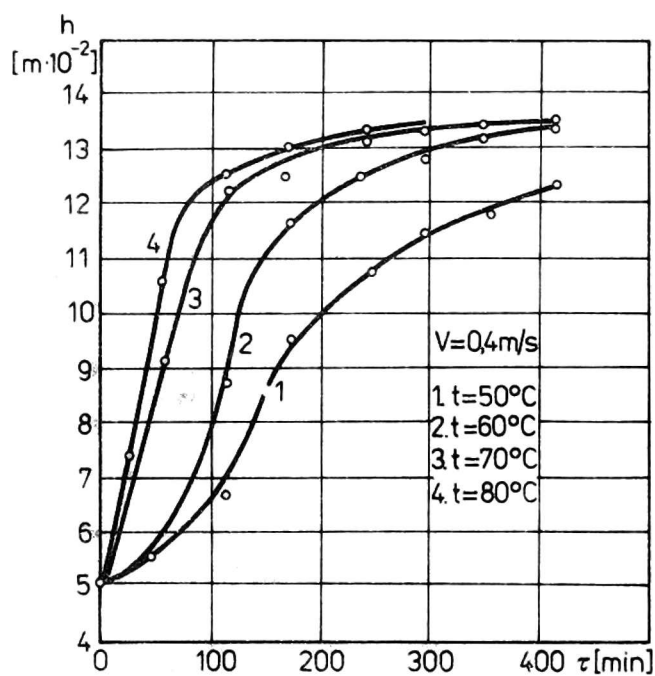
T a b e l a 2

Wyniki pomiarów powierzchni szyszek sosny pospolitej

Numer szyszki	r m	h m	S m ²	S ₁ m ²	$\frac{S_1}{S}$
1	0,013	0,0538	0,00278	0,01556	5,6
2	0,012	0,0435	0,00209	0,01107	5,3
3	0,008	0,0315	0,00109	0,00512	4,7
4	0,011	0,039	0,00178	0,00890	5,0
5	0,012	0,052	0,00246	0,01353	5,5
6	0,011	0,042	0,0018	0,00959	5,1
7	0,0125	0,0395	0,00166	0,00707	4,9
8	0,0095	0,036	0,00139	0,00667	4,8
9	0,012	0,0495	0,00235	0,01269	5,4
10	0,0115	0,0435	0,00202	0,01050	5,2
11	0,0105	0,041	0,00173	0,00865	5,0



Rys. 2. Zależność gęstości usypowej szyszek sosny pospolitej od zawartości wody

Rys. 3. Zmiana wysokości warstwy szyszek sosny pospolitej podczas suszenia przy prędkości czynnika suszącego $v = 0,4 \text{ m/s}$

jej wartość średnia wynosiła $0,00193 \text{ m}^2$. Po otwarciu się całkowitym szyszek określona łączna wartość powierzchni poszczególnych kłusek w szyszce S_1 wahała się w zakresie $0,00667$ do $0,0155 \text{ m}^2$, a jej wartość średnia wynosiła $S_{\text{śr}} = 0,00991 \text{ m}^2$. Jak widać wzrost powierzchni podczas suszenia jest pięciokrotny.

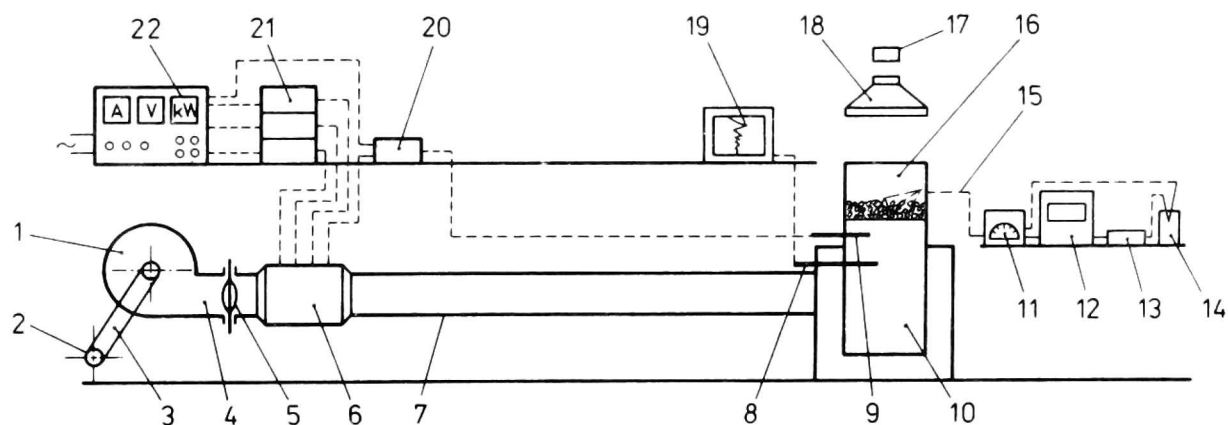
Wyniki pomiarów gęstości usypowej

$$V = 0,4 \text{ m/s} \quad t = 50 \text{ }^{\circ}\text{C}$$

czas min	u $\frac{\text{kg H}_2\text{O}}{\text{kg s.m.}}$	h $\text{m} \cdot 10^{-3}$	V $\text{m}^3 \cdot 10^{-3}$	m $\text{kg} \cdot 10^{-3}$	u $\frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$
0	0,414	50	3,35	1300	412
60	0,311	56	3,53	1205	341
120	0,245	66	4,16	1144	275
180	0,187	95	5,99	1091	182
240	0,141	105	6,62	1049	158
300	0,107	114	7,18	1017	141
360	0,085	118	7,43	998	134
420	0,071	123	7,75	984	124
$v = 0,4 \text{ m/s} \quad t = 60 \text{ }^{\circ}\text{C}$					
0	0,414	50	3,15	1300	412
60	0,278	56	3,53	1175	333
120	0,178	87	5,48	1083	197
180	0,108	116	7,30	1018	139
240	0,080	125	7,87	990	125
300	0,061	127	8,00	975	121
360	0,053	131	8,25	968	117
420	0,045	134	8,44	960	113
$v = 0,4 \text{ m/s} \quad t = 70 \text{ }^{\circ}\text{C}$					
0	0,377	50	3,15	1300	412
30	0,262	62	3,90	1191	304
60	0,171	91	5,73	1105	192
120	0,086	122	7,68	1025	133
180	0,059	130	8,19	1000	122
240	0,049	130	8,19	990	120
$v = 0,4 \text{ m/s} \quad t = 80 \text{ }^{\circ}\text{C}$					
0	0,370	50	3,15	1300	412
30	0,219	74	4,66	1185	254
60	0,137	105	6,62	1105	167
90	0,087	124	7,75	1057	136
120	0,060	125	7,87	1030	131

Charakter zmian gęstości usypowej szyszek sosny pospolitej jest diametralnie różny od zmian gęstości usypowej innych materiałów roślinnych np. ziarna kukurydzy, których gęstość usypowa rośnie [3]. W przypadku szyszek sosny pospolitej gęstość usypowa maleje podczas trwania procesu. Zależność zmiany gęstości usypowej od zawartości wody przedstawia (rys. 2) i tabela 3.

Jednocześnie z powodu rozchylania się łusek poszczególnych szyszek w złożu zwiększa się wysokość warstwy materiału. Wartości zmieniającej się wysokości warstwy podczas trwania procesu suszenia przedstawia (rys. 3). Stanowisko badawcze dla określania przebiegu zmian temperatury i zawartości wody w cienkiej warstwie pokazano na (rys. 4). Wentylator promieniowy i napędzany przez

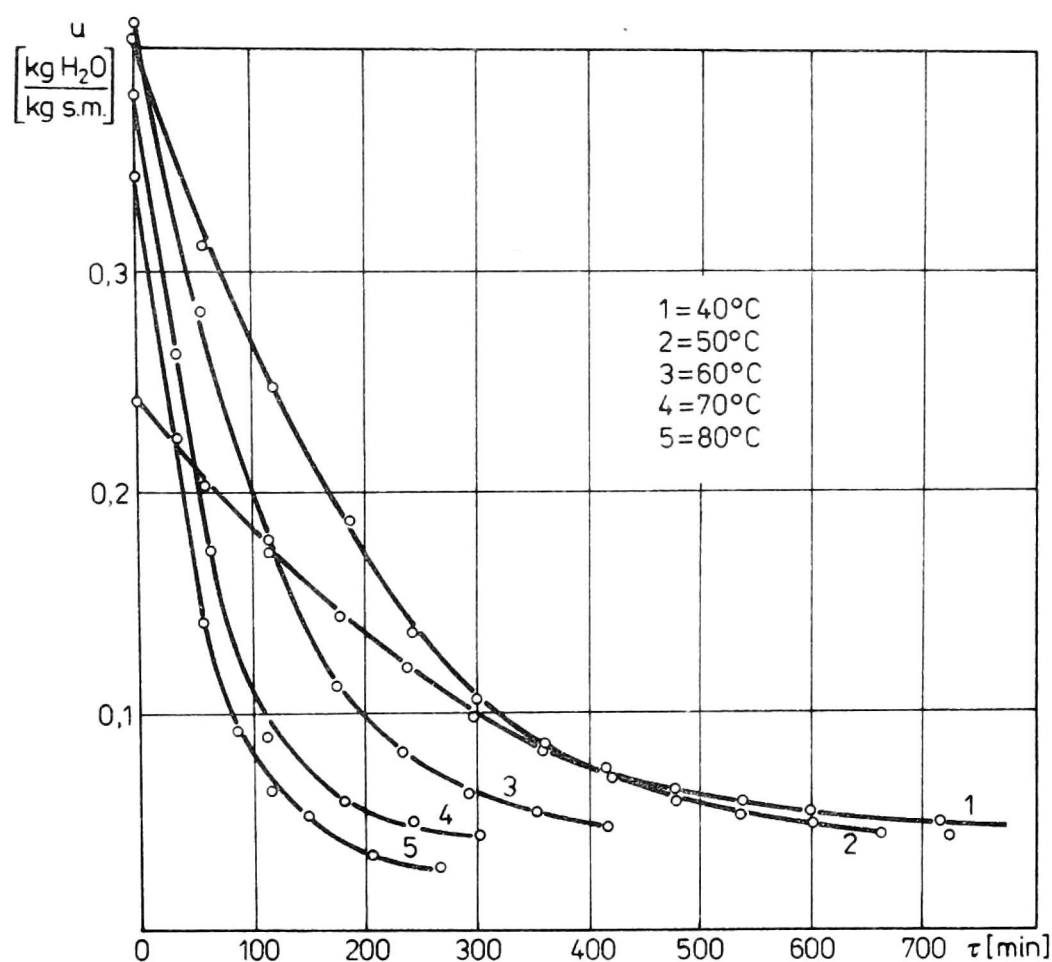


Rys. 4. Schemat stanowiska pomiarowego: 1 - wentylator, 2 - silnik elektryczny, 3 - przekładnia pasowa, 4 - łącznik, 5 - przesłona, 6 - nagrzewnica powietrza, 7 - kanał tłoczący, 8 - termometr oporowy, 9 - termometr kontaktowy, 10 - komora wyrównawcza, 11 - przełącznik termopar, 12 - galwanometr, 13 - opornica, 14 - termopara zerowa, 15 - termopary pomiarowe, 16 - komora suszenia, 17 - anemometr, 18 - dyfuzor, 19 - rejestratory, 20 - przełącznik, 21 - zestaw autotransformatorów, 22 - szafa pomiarowa

ośmiostopniową przekładnię pasową 3 silnikiem elektrycznym 2 tłoczy powietrze przewodem rurowym 4 do nagrzewnicy powietrza 6. Nagrzewnica powietrza stanowiła baterię czterech grzałek o mocy 2000 W każda. W obwód trzech grzałek został wbudowany zestaw autotransformatorów 21, służący do wstępnej regulacji temperatury czynnika suszącego. Do ciągłej regulacji temperatury służył wbudowany w komorę mieszania 10 termometr kontaktowy 9 o zakresie $0-100^{\circ}\text{C}$ podłączony poprzez przełącznik 20 do czwartej grzałki. Zmianę prędkości przepływu czynnika suszącego uzyskiwano przez zmianę prędkości obrotowej wentylatora oraz zabudowanej w rurociąg przesłony 5. Komora suszenia 16 została zbudowana w kształcie cylindra o średnicy $\varnothing = 0,285$ m i wysokości 0,2 m. Temperatu-

rę materiału i powietrza mierzono termoparami miedź-konstantan 15. Temperaturę materiału mierzono termoparami umieszczonymi w dwóch punktach: tuż pod powierzchnią i w środku. Dokładność pomiarów ubytków wody wynosiła 0,01 kg, a temperatury 0,1 K. Prędkość czynnika suszącego mierzono anemometrem skrzydełkowym 17 umieszczonym nad komorą suszenia. Badania przeprowadzono dla stosowanej w praktyce [2] prędkości przepływu czynnika suszącego $v = 0,4 \text{ m/s}$ oraz temperatur $t = 40\text{--}80 \text{ }^\circ\text{C}$.

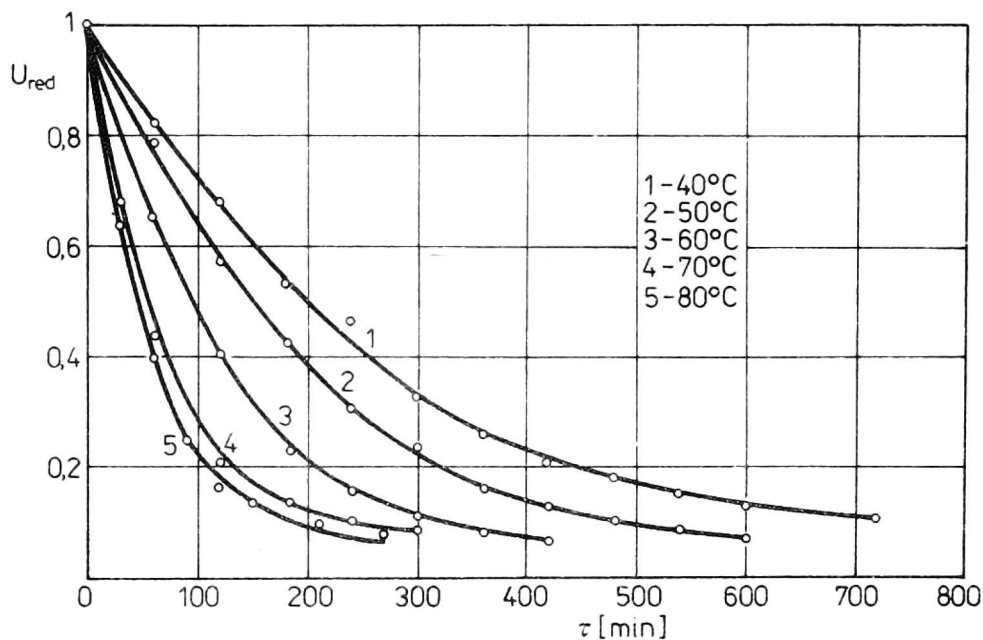
Na podstawie uzyskanych wyników wykonano wykres zmian zawartości wody podczas suszenia (rys. 5), a następnie w celu ich porównania w podziałce zredukowanej (rys. 6).



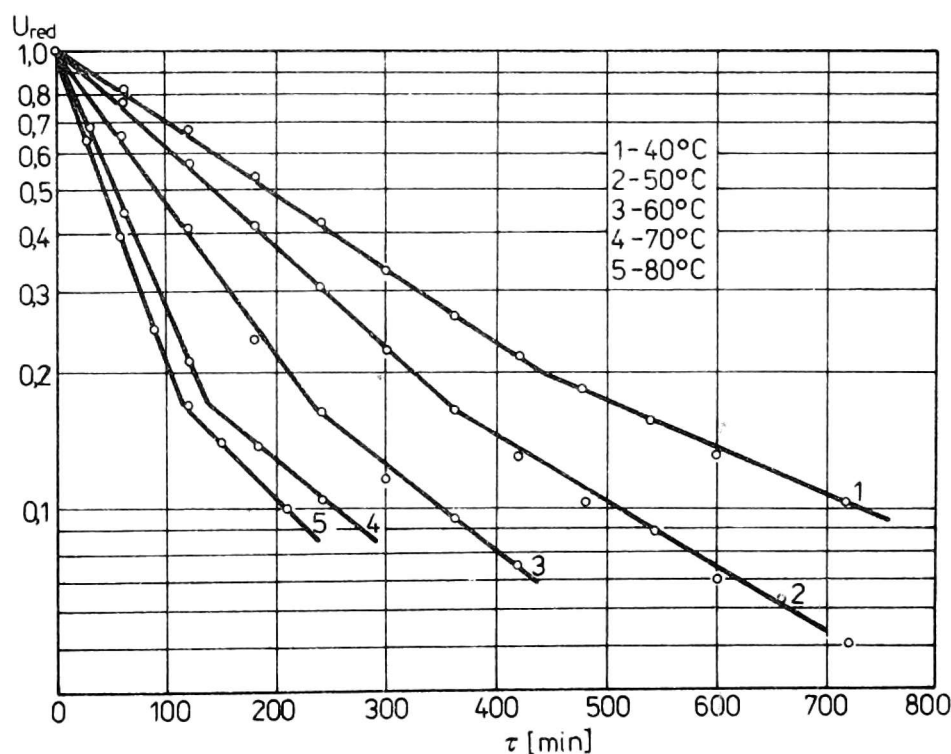
Rys. 5. Przebieg suszenia szyszek sosny pospolitej w zależności od temperatury dla prędkości przepływu czynnika suszącego $v = 0,4 \text{ m/s}$ (cienka warstwa)

$$U_{\text{red}} = \frac{u - u_r}{u_0 - u_r} \quad (1)$$

Wartość równowagowej zawartości wody u_r określano wówczas, gdy trzy kolejne pomiary zawartości wody wykazywały tę samą wartość. Dla sprawdzenia zgodności przebiegu krzywych z powszechnie cytowanym wzorem [3]



Rys. 6. Zmiana zredukowanej zawartości wody w trakcie suszenia szyszek sosny pospolitej dla prędkości przepływu czynnika suszącego $v = 0,4 \text{ m/s}$ (cienka warstwa)



Rys. 7. Zmiana zredukowanej zawartości wody w trakcie suszenia szyszek sosny pospolitej przedstawiona w skali półlogarytmicznej dla prędkości przepływu czynnika suszącego $v = 0,4 \text{ m/s}$ (cienka warstwa)

$$U_{\text{red}} = A e^{-K\tau} \quad (2)$$

przedstawiono je w podziałce półlogarytmicznej (rys. 7).

Analiza tych wykresów wykazuje, że można wyróżnić dwa okresy su-

szenia, w których punkty układają się wzdłuż linii prostej, co potwierdza zgodność przebiegów krzywych ze wzorem 2.

Pierwszy okres suszenia kończy się przy $u_K = 0,07 \frac{\text{kg H}_2\text{O}}{\text{kg s.m.}}$

przy początkowej zawartości wody $u_o = 0,24 - 0,41 \frac{\text{kg H}_2\text{O}}{\text{kg s.m.}}$

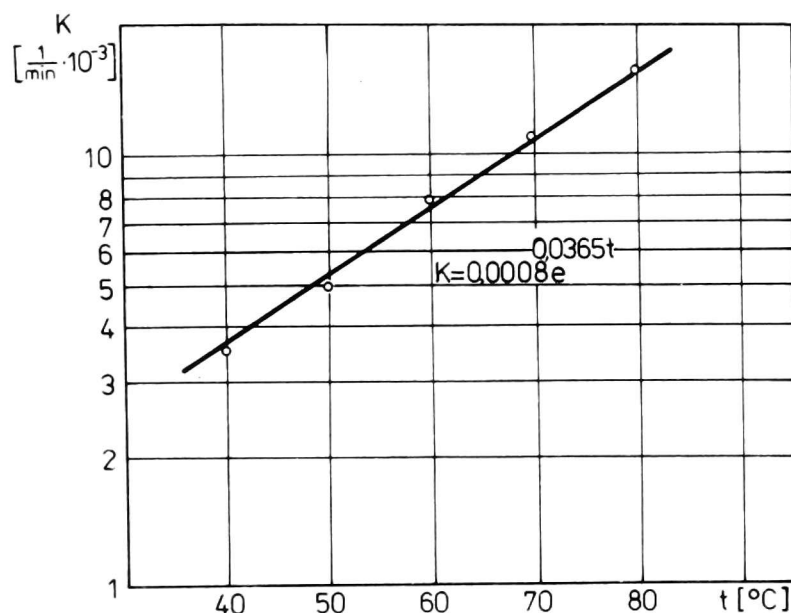
i równowagowej zawartości wody $u_r = 0,0037 - 0,027 \frac{\text{kg H}_2\text{O}}{\text{kg s.m.}}$

Koniec pierwszego okresu suszenia pokrywa się z końcem szybkiego wzrostu wysokości warstwy materiału (rys. 3), a tym samym z końcem szybkiego otwierania się szyszek. Dlatego też dalszą analizę krzywych suszenia przeprowadzono tylko dla pierwszego okresu. Obliczony dla tego okresu współczynnik K podano w tabeli 4.

T a b e l a 4

Współczynnik K dla $v = 0,4 \text{ m/s}$, $t = 40-80 \text{ }^\circ\text{C}$

Temperatura $t \text{ }^\circ\text{C}$	Współczynnik K $\frac{1}{\text{min}}$
40	0,00360
50	0,00496
60	0,00810
70	0,0110
80	0,0150



Rys. 8. Zależność współczynnika K w równaniu 27 od temperatury przy prędkości przepływu czynnika suszącego $v = 0,4 \text{ m/s}$

Na rysunku 8 przedstawiono zależność współczynnika K od temperatury (dla $v = 0,4$ m/s). Zależność tę można opisać równaniem:

$$K = 0,0008 e^{0,0365 t}. \quad (3)$$

Ponieważ współczynnik A w równaniu 2 przyjmuje wartość stałą równą 1 równanie to przyjmuje postać:

$$U_{red} = \exp(-0,0008 e^{0,0369 t}) \cdot \tau \quad (4)$$

LITERATURA

1. Antosiewicz Z.: Wpływ temperatury i wilgotności powietrza na jakość nasion sosny pospolitej w czasie wyłuszczenia. Las Polski nr 6/1979.
2. Kamiński E., Zdrojewski Z.: Analiza bilansu cieplnego wyłuszczeni do szyszek zamontowanej w Janowicach Wielkich. Opracowanie dla Biura Studiów i Projektów Lasów Państwowych „Bipro-las” w Łodzi 1977. Maszynopis w IMR-AR Wrocław.
3. Kamiński E.: Teoria i technologia suszenia kukurydzy. IBMER Warszawa 1979.
4. Kasprzak St.: Zasoby leśne i ich zagospodarowanie. Las Polski nr 19, 1979.
5. Więcko E.: Gospodarstwo leśne w Polsce Ludowej. Las Polski nr 6, 1979.

Гжегож Блэнцки

СУШИЛЬНАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ШИШЕК ОБЫКНОВЕННОЙ СОСНЫ

Резюме

Получение семян из шишек хвойных деревьев производится в так называемом процессе вылущивания. Вылущивание шишек опережает сушка целых шишек.

Во время проведённых испытаний было найдено, что процесс сушки происходит в двух периодах.

В статье определено в виде эмпирических связей влияние параметров сушильного агента на динамику сушки шишек.