

SUSZENIE SZYSZEK DRZEW IGLASTYCH W PROTOTYPIE
SZAFY WYŁUSZCZARSKIEJ

Zbigniew Zdrojewski

Instytut Mechanizacji Rolnictwa AR we Wrocławiu

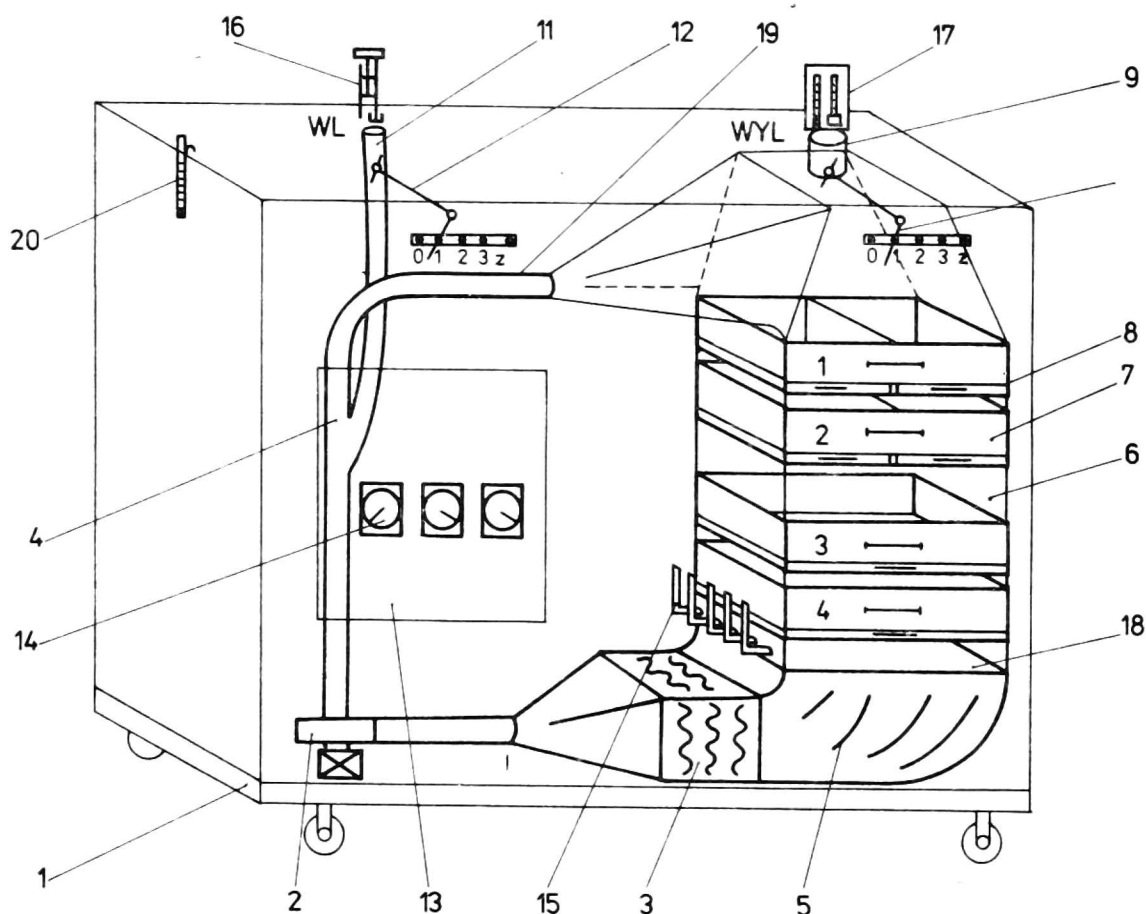
WSTĘP

Wyłuszczenie szyszek poprzedza ich suszenie w sposób naturalny, na zasadzie przewietrzania lub za pomocą gorącego powietrza, po którym następuje zespół czynności mechanicznych mających na celu ułatwienie wypadania nasion z szyszek. Dlatego w nomenklaturze leśników urządzenie do pozyskiwania nasion z szyszek drzew iglastych nazywa się wyłuszcarką, podczas gdy z punktu widzenia techniki cieplnej jest to suszarka.

PRZEDMIOT I CEL BADAŃ

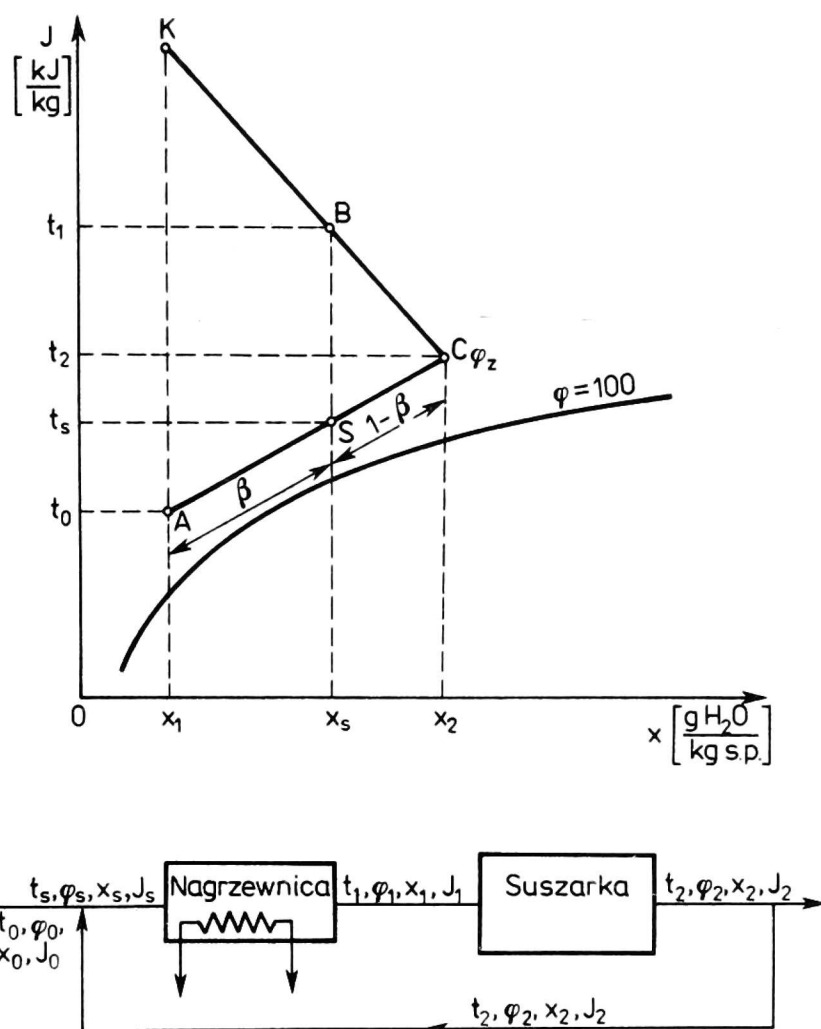
Przedmiotem badań była wyłuszcarka do szyszek skonstruowana przez Ośrodek Badawczo-Rozwojowy Przemysłu Maszynowego Leśnictwa we Wrocławiu w oparciu o założenia cieplno-konstrukcyjne opracowane przez Instytut Mechanizacji Rolnictwa Akademii Rolniczej we Wrocławiu. Wyłuszcarka ta skonstruowana została w związku z zupełnym brakiem specjalnych urządzeń do pozyskiwania nasion z małych partii szyszek z drzew doborowych i wyłączonych drzewostanów nasiennych. Dotychczas łuszczone bowiem takie szyszki bądź w dużych wyłuszcarkach gospodarczych, bądź sposobem domowym na wolnym powietrzu.

Schemat ogólny szafy wyłuszcarskiej przedstawiony został na rys. 1. Obudowę szafy stanowi blacha aluminiowa z kilkucentymetrową izolacją. Podstawa szafy spoczywa na kółkach w celu ułatwienia transportu. Wentylator 2 pobiera powietrze częściowo z króćca wlotowego, częściowo zaś z kanału powrotnego i tłoczy poprzez nagrzewnicę elektryczną 3, przez cztery szuflady i króciec wylotowy na zewnątrz. Oba króćce są wyposażone w przepustnice. Każda szuflada o wymiarach 700 x 700 x 100 mm posiada jedno sito o oczkach większych oraz drugie o oczkach mniejszych, na których gromadzą



Rys. 1. Schemat ogólny szafy wyłuszcarskiej: 1 - podstawa na kółkach, 2 - wentylator, 3 - grzejniki elektryczne, 4 - instalacja pneumatyczna, 5 - kierownice, 6 - komora susząca, 7 - szuflada, 8 - sito gęste, 9 - króciec wylotowy, 10 - przepustnica wylotowa, 11 - króciec wlotowy, 12 - przepustnica wlotowa, 13 - szafa sterownicza, 14 - Nastawne zegary czasowe, 15 - termometry kontaktowe, 16 - psychrometr Assmana na wlocie, 17 - psychrometr Augusta na wylocie, 18 - sito dodatkowe-zabezpieczeniowe, 19 - kanał powrotny, 20 - termometr

się nasiona szyszek. Każda szuflada podzielona jest na dwie części, a dla zwiększenia ilości odmian lub gatunków łuszczonej szyszek można w nie wkładać mniejsze pojemniki. Do każdej z szuflad zasypuje się maksymalnie około 7 kg szyszek sosny, 5 kg szyszek świerka, co tworzy początkowo warstwę o wysokości 5 cm. Pod koniec suszenia szyszki otwierają się i zajmują całą pojemność szuflad. Cały cykl suszenia można całkowicie zaprogramować. Uzyskuje się to poprzez 3 termometry kontaktowe w połączeniu z 3 zegarami czasowymi, na których można nastawić żądany czas suszenia w danej temperaturze. Maksymalny jednak czas pracy jednego zegara wynosi 6 godzin. Zatem cały cykl może trwać 18 godzin w 3 różnych następujących kolejno po sobie temperaturach. Maksymalną temperaturę, jaką można uzyskać w szafie określa się na 120°C . Po zakończeniu cyklu szafa wyłącza się automatycznie. Następnie po ok. 1,5 minutowym wytrząsaniu nasion z szyszek można opróżnić sita i napełnić je świeżymi szyszkami.



Rys. 2. Schemat suszenia z częściową recyrkulacją powietrza

Jak zaznaczono wyluszcarka ta jest suszarką pracującą z częściową recyrkulacją powietrza odlotowego. Część zużytego powietrza miesza się z powietrzem świeżym, otrzymaną mieszaniną zaś ogrzewa się w podgrzewaczu powietrze i wprowadza do komory suszenia (rys.2). Proces zachodzący w suszarce przedstawia na wykresie I-x linia łamana ASBC, przy czym punkt A charakteryzuje stan powietrza świeżego, punkt C - stan powietrza zużytego, punkt S - stan mieszaniny. Linia AS odpowiada procesowi mieszania powietrza świeżego i zużytego, linia SB - ogrzewaniu mieszaniny w podgrzewaczu powietrza, linia BC - parowaniu wilgoci z materiału.

Stopień zmieszania β , definiuje się jako stosunek ilości powietrza recyrkulacyjnego do całkowitej ilości powietrza i może on być obliczony jako długość odcinka na prostej ASC.

$$\beta = \frac{L_r}{L_r + L_z} = \frac{SC}{AC}$$

gdzie:

L_r - ilość powietrza recyrkulacyjnego,

L_z - ilość powietrza świeżego.

Suszenie wilgotnych materiałów z zastosowaniem recyrkulacji powietrza odlotowego umożliwia prowadzenie procesu w możliwie łagodnych warunkach. Przy jednakowych spadkach temperatur $t_1 - t_2$ zwiększa się stopień wykorzystania powietrza w suszarce (zwiększa się wilgotność bezwzględna x_2) i zmniejsza się zużycie ciepła na suszenie.

Interesującym jest fakt, że przy suszeniu niektórych materiałów np. drewna, wyrobów ceramicznych itp. jako czynnik suszący należy stosować powietrze wilgotne, aby nie dopuścić do pęknięcia powierzchni. W przypadku suszenia jednak szyszek należy postąpić odwrotnie, aby doprowadzić do rozchylenia się łusek i wypadnięcia nasion. Dla omawianej szafy wyluszczeniowej stopień recyrkulacji wynosi 70%, gdy obie przepustnice są otwarte. Można osiągnąć nawet stopień recyrkulacji, równy 96,5%, gdy obie przepustnice są zamknięte, a 3,5% powietrza uchodzi nieszczelnościami. Przez cały czas jednak przez wszystkie szuflady przechodzi cała objętość powietrza tłoczonego przez wentylator tj. około $500 \text{ m}^3/\text{h}$, co w przeliczeniu daje prędkość przepływu $0,28 \text{ m/s}$.

Celem badań było:

1. Określenie wpływu stopnia recyrkulacji czynnika suszącego na wartość biologiczną nasion i zużycie energii elektrycznej.
2. Określenie wpływu temperatury i czasów suszenia na jakość nasion oraz zaprogramowanie najlepszego cyklu.
3. Określenie parametrów wyluszcarki jako nowego urządzenia do pozyskiwania nasion z drzew iglastych.

METODYKA BADAŃ

Badania szyszek w nowej suszarce wykonano w dwóch seriach. W pierwszej serii (tab. 1) mierzono zużycie energii elektrycznej w zależności od zastosowanej recyrkulacji powietrza w granicach 70-96,5%. Określano również wizualnie po zakończeniu cyklu suszenia procentowy udział szyszek otwartych, półotwartych i zamkniętych. W serii tej stosowany był cykl suszenia standardowy określony na podstawie danych literaturowych [2].

W drugiej serii badań wykonano początkowo 6 pomiarów (B-1 B-6) na cyklu standardowym. Trzy pomiary przeprowadzono na szyszkach sosny o wilgotności 19,5% i trzy na szyszkach świerka o wilgotności 21%. Zastosowano w obydwu przypadkach graniczne osiągalne na tym urządzeniu stopnie recyrkulacji tj. 70 i 96,5% otrzy-

T a b e l a 1

Wyniki pomiarów (sosna - cykl standardowy - 8 godzin)

Numer pomiaru	Stopień re-cyrkulacji	Zużycie energii elektrycznej	Średnia temperatura otoczenia	Udział szyszek	
	β			otwarte	zamknięte
-	%	kWh	°C	%	%
A - 1	70,0	59,0	+ 1	24,20	1,90
A - 2	71,1	52,0	- 2	21,20	1,50
A - 3	73,6	51,0	- 1	20,10	1,47
A - 4	73,6	54,5	- 3	22,93	1,43
A - 5	83,0	34,3	+ 2	20,56	2,06
A - 6	83,0	34,0	+ 2	24,20	1,60
A - 7	83,6	36,0	- 1	19,50	1,10
A - 8	86,1	35,0	- 2	20,70	0,80
A - 9	89,3	29,5	- 3	15,80	1,10
A - 10	95,8	22,5	- 1	19,20	1,80
A - 11	96,5	21,5	+ 1	17,5	1,00

wane przy zamkniętych lub otwartych obydwu przepustnicach powietrza. Czas trwania badań wynosił więc 8 godzin.

Następnie w tej drugiej serii badań przeprowadzono również pomiary na tych samych szyszkach, ale dla jednakowej wszędzie maksymalnej recyrkulacji tj. 96,5% i różnych czasach ekspozycji oraz temperaturach czynnika suszącego (B-7 do B-15). Każdorazowo zasyp na jedną szufladę wynosił 7 kg w przypadku sosny i 5 kg w przypadku świerka. Warstwy szyszek rozkładano równomiernie, a zasyp stanowiły jedynie szyszki zamknięte i wizualnie zdrowe.

Podczas suszenia dokonywano co 2 godziny następujące pomiary:

- ubytku wagi zasypów szuflad w kg,
- wskazania zużycia energii elektrycznej z licznika w kWh,
- temperatury otoczenia w °C,
- wilgotności powietrza na wlocie i wylocie z szafy wyluszcarskiej w %.

Po zakończeniu cyklu określano:

- wagę nasion oskrzydionych w g,
- wagę nasion po odskrzydleniu z łusek w g,
- wilgotność szyszek z partii ok. 400 g próbki (temp. 130°C, 5 godz. suszenia) w %,

- wilgotność nasion z partii ok. 80 g próbki.
 - wskaźniki biologiczne, do których należały: czystość (%), zdolność i energia kiełkowania (%), ciężar 1000 nasion (g) oraz klasę jakości,

- średni strumień wilgoci w $\frac{\text{kg H}_2\text{O}}{\text{godz}}$,

- jednostkowe zużycie energii w $\frac{\text{kWh}}{\text{kg H}_2\text{O}}$,

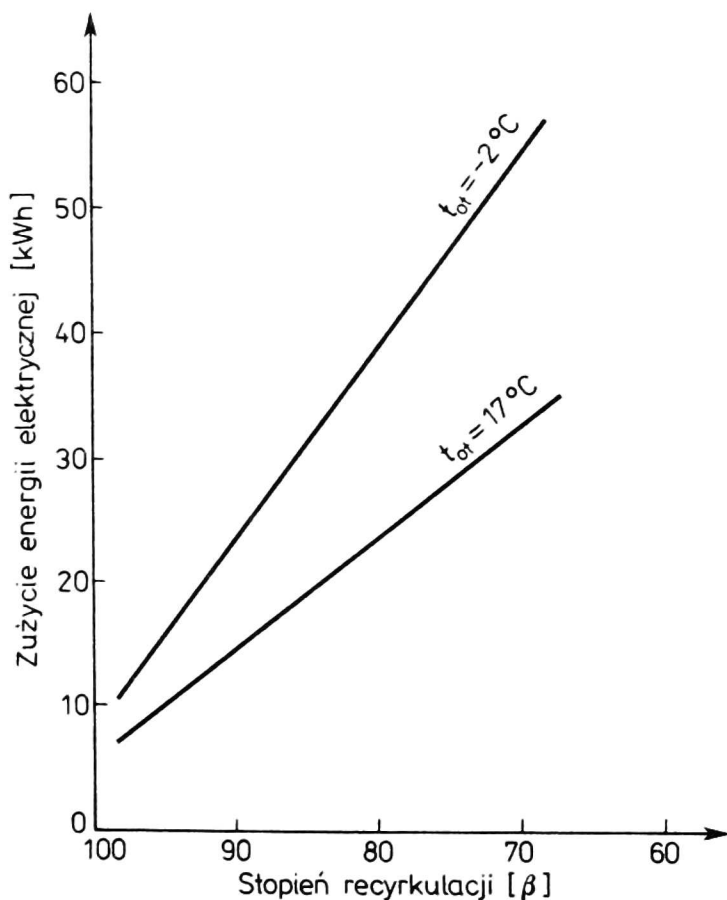
- stosunek wagowy nasion do masy szyszek w %.

Czas trwania pomiarów w tej serii wynosił 6-8 godzin.

WYNIKI BADAŃ

Zużycie energii elektrycznej, a stopień recyrkulacji powietrza

Z tabeli 1 widać, że pobór energii elektrycznej zmienia się dość regularnie w zależności od zmiany zastosowanej recyrkulacji



Rys. 3. Wykres zużycia energii elektrycznej w zależności od stopnia recyrkulacji czynnika suszącego

czynnika suszącego. Z wykresu na rys. 3 wynika, że jest to bardzo wyraźna zależność prostoliniowa. O ile w tym wypadku temperatura otoczenia wahała się w granicach 0°C, to podczas badań przedstawionych w tabeli 2 temperatura ta wynosiła średnio +17°C.

W związku z tą różnicą temperatur otoczenia widać wyraźnie, że zużycie energii (oczywiście przy tych samych cyklach suszenia) zwiększa się wyraźnie z 14 - 34 kWh w okresie cieplejszym do 21 - 59 kWh w okresie zimniejszym. Jest to jak widać wzrost zużycia energii elektrycznej o około 50%. W obydwu okresach pomiarowych zależność ta jest prostoliniowa. Dane te

wskazują, że zastosowanie recyrkulacji powietrza suszącego daje dużą oszczędność energii.

Wyniki pomiarów X - sosna - wilgotność 19,5% - zasyp 28 kg, Y - świerk - wilgotność 21% - zasyp 20 kg

Numer pomiaru	Czas suszenia godz.								Temp. °C	Średnia temp. otocz. °C	Stopień recyrkulacji β	Średnia strumień energii elektrycznej zużycie energii	Zużycie energii	Koszt w zł	Koszt w zł	Stosunek wilgotności gotowanej do nasion	Zdolność kiełkowania	
	0	1	2	3	4	5	6	7									8	kg H ₂ O / h
B-1-X	40	45	50	55	60	16	70,0	0,60	34,0	7,01	6,2	1,84	98	98				
B-2-X	40	45	50	55	60	14	96,5	0,56	16,7	3,67	6,5	1,97	98	98				
B-3-Y	40	45	50	55	60	15	70,0	0,46	31,3	8,45	5,5	2,34	94	99				
B-4-Y	40	45	50	55	60	15	96,5	0,41	14,3	4,26	5,7	3,21	98	99				
B-5-Y	40	45	50	55	60	17	70,0	0,58	31,7	6,74	6,0	2,28	89	97				
B-6-Y	40	45	50	55	60	17	70,0	0,70	31,5	5,57	8,6	1,70	98	98				
B-7-Y	40	50	55	60	70	20	96,5	0,66	13,0	3,25	5,8	2,12	98	98				
B-8-Y	40	50	60			19	96,5	0,71	11,5	2,67	5,6	2,21	98	98				
B-9-Y	40	50	60			16	96,5	0,69	13,7	3,30	6,1	2,03	98	98				
B-10-Y	40	50	60			19	96,5	0,59	12,0	2,90	6,1	1,87	98	99				
B-11-Y	40	45	50	55	60	22	96,5	0,62	13,5	3,11	6,0	1,88	97	98				
B-12-Y	40	45	50	55	60	18	96,5	0,48	14,5	3,74	5,8	2,19	95	99				
B-13-X	40	45	50	55	60	21	96,5	0,63	11,0	2,90	6,9	2,65	93	98				
B-14-X	40	45	50	55	60	19	96,5	0,63	10,5	2,75	7,9	2,20	91	95				
B-15-X	40	50	60			18	96,5	0,59	11,5	3,23	7,9	2,69	95	97				

Według S. Tyszkiewicza [2] prężność pary wodnej w powietrzu w przypadku suszenia szyszek nie powinna przekroczyć 40 mm Hg bez względu na wielkość temperatury. Przekroczenie bowiem tego stopnia wilgotności odbija się niekorzystnie na żywotności nasion. Może to ograniczać stopień recyrkulacji powietrza. Aby to sprawdzić wykonano drugą serię badań. Wyniki tej serii, przedstawione w tabeli 2 wykazują, że zdolność kiełkowania dla pierwszych sześciu pomiarów jest bliska 100%, a zatem nasiona są w I klasie jakości. Właściwie we wszystkich pomiarach od B-1 do B-15 wilgotność powietrza otaczającego wynosiła 50-65% a zawartość wody $6-8 \frac{\text{g H}_2\text{O}}{\text{kg s.p.}}$. Na wylocie z suszarki natomiast wilgotność bezwzględna określono średnio na $12-20 \frac{\text{g H}_2\text{O}}{\text{kg s.p.}}$. Praktycznie we wszystkich pomiarach zaobserwowano, że wilgotność względna czynnika wylotowego spada równomiernie w czasie z 44% do 21%, z 44% do 22%, z 35% do 13% itd., a przyrost zawartości wody w czynniku suszącym wynosił $6-10 \frac{\text{g H}_2\text{O}}{\text{kg s.p.}}$. Zatem przy łącznej wysokości zasypów w 4 szufladach komory wyluszczeniowej równej 40 cm i prędkości przepływu 0,28 m/s można bez obawy obniżenia zdolności i energii kiełkowania zastosować stopień recyrkulacji bliski 100%. Jest to bardzo istotne, bowiem umożliwia prowadzenie procesu suszenia szyszek przy minimalnym zapotrzebowaniu energii cieplnej.

Wilgotność początkowa i końcowa szyszek i nasion

Jak już zaznaczono suszono szyszki sosny o wilgotności 19,5% oraz szyszki świerka o wilgotności 21%. Wilgotność końcowa szyszek wahała się w granicach 5,5-7,5%. Zwraca uwagę fakt, że dla podobnych wariantów suszenia wilgotność końcowa jest większa o około 1,5% przy zastosowaniu recyrkulacji maksymalnej w porównaniu z minimalną (pomiar B-1 i B-2 oraz B-3 i B-4).

Wilgotność nasion szyszek sosny w przypadku suszenia w cyklu standardowym wynosiła 6,2-6,5%, natomiast w przypadku suszenia przy innych wariantach czasowych i temperaturowych była nieco niższa. Można też stwierdzić, że w przypadku stosowania temperatury 60°C przez okres 3 godzin (pomiar B-8 i B-12), czy zastosowania temperatury 70°C (pomiar B-7) dochodzi do lekkiego przesuszenia nasion. Jeśli idzie o nasiona szyszek świerka to ich wilgotność końcowa w cyklu standardowym wynosiła 5,5-5,7%, podczas gdy po skróceniu czasu suszenia do 6 godzin (pomiar B-13, B-14 i B-15)

T a b e l a 3

Dane techniczne szafy wyłuszczareskiej

Nazwa	Parametry
Gabaryty szafy	200 x 220 x 90 cm
Moc zainstalowana (wentylator + grzałki)	14,2 kW
Napięcie doprowadzone	3 x 380/220 V
Napięcie sterujące	220 V, 50 Hz
Prąd nominalny	22,5 A
Wydajność wentylatora	500 m ³ /h
Spręż wentylatora	50 mm H ₂ O
Wymiary szuflad (4 szt.)	70 x 70 x 10 cm
Wymiary oczek	sito I - 10 x 10 mm sito II - 1 x 1 mm
Regulacja temperatury	termometry kontaktowe do 200°C
Ilość temperatur do automatycznego zaprogramowania	3
Sterowanie długością czasu suszenia w danej temperaturze	zegary czasowe (3 szt.)
Jednorazowy zasyp szyszek na jedną szufladę	sosna - 7 kg świerk - 5 kg
Masa nasion uzyskanych podczas cyklu (zasyp 28 kg sosny)	0,7 kg
Sposób łuszczenia szyszek	potrząsanie szufladami co ok. 2 godz.
Pobór mocy maksymalnej	12 kW

zwiększyła się ona do 6,9-7,9%. Zgodnie jednak z Polskimi Normami [1] wilgotność tę należy uznać za właściwą.

Analiza przebadanych wariantów suszenia

Zalecenia dotyczące temperatur powietrza suszącego oraz czasu ekspozycji szyszek zostały przedstawione w pracy S. Tyszkiewicza [2]. W myśl tych zaleceń na początku suszenia, należy szyszki "wytrzymać" w niższej temperaturze tj. 40°C, po czym zwiększając stop-

niowo temperaturę, nie należy jednak przekroczyć wartości 60°C , a nawet w pewnych warunkach i 50°C . Dlatego za standardowy przyjęto cykl, w którym przez pierwsze 4 godziny temperatura czynnika suszącego wynosiła 40°C , by następnie co godzinę podnosić ją o 5°C , aż do temperatury 60°C .

Przeprowadzono również badania szyszek dla innych czasów i temperatur suszenia, by określić, jak to wpływa na jakość nasion. Biorąc pod uwagę wilgotności końcowe nasion, zdolność i energię kiełkowania oraz zastosowaną recyrkulację powietrza i zużycie energii elektrycznej należy stwierdzić, że w przypadku sosny:

a) nie należy obawiać się temperatur nawet 70°C (pomiar B-7). Jednakże w praktyce wystarczy stosować maksymalne temperatury programowane na 60°C , jako, w pewnym stopniu współczynnik bezpieczeństwa.

b) w temperaturze 60°C należy suszyć nie dłużej niż 2 godziny z uwagi na możliwość przesuszenia nasion (pomiar B-8 i B-12). Można jednak zawsze w ostatniej części cyklu stosować przez 2 godziny 60°C .

c) nie wolno krócej suszyć w temperaturze 40°C niż 2 godziny, gdyż pozwala to na "aklimatyzowanie" się szyszek do warunków otoczenia i nie doprowadza do nagłego zetknięcia wilgotnych szyszek z czynnikiem suszącym o wysokiej temperaturze.

d) w przypadku szyszek suchych należy przyjąć zasadę stosowania cyklu 40°C przez 2 godziny, 50°C przez 2 godziny, 60°C przez 2 godziny. W przypadku szyszek wilgotniejszych należy przedłużać czas suszenia w temperaturze 40°C do 3-4 godzin czy nawet w temperaturze 50°C do 3-4 godzin. Czas 2 godzin suszenia w temperaturze 60°C należy przyjąć za stały.

e) W przypadku szyszek suchych (a takie były przedmiotem badań) można zastosować maksymalną do tego urządzenia recyrkulację 96,5%. Jednakże w przypadku szyszek wilgotnych wydaje się właściwym zastosować recyrkulację minimalną tj. 70%. Dla szyszek półsuchych należałoby wybrać wielkość pośrednią.

Dla szyszek świerka, wystarczającym jest wariant czasowo-temperaturowy 40°C przez 2 godziny, 50°C przez 2 godziny, 60°C przez 2 godziny, z ograniczeniem czasu suszenia do 6 godzin. W zależności od wilgotności szyszek należy stosować stopień recyrkulacji jak wyżej. Generalną wydaje się uwaga, że nie trzeba koniecznie stosować stopniowania temperatur co 5°C (jak to miało miejsce w cyklu standardowym), a wystarczy to 10°C co znacznie upraszcza konstrukcję urządzenia.

Analizując pozostałe wyniki badań należy stwierdzić, że stopień otwarcia szyszek określany wizualnie po zakończonym cyklu suszenia (tab. 1) wynosił: ok. 20% szyszki całkowicie otwarte i 1-2% szyszki zamknięte - resztę stanowiły szyszki częściowo otwarte. Jak widać natomiast z tabeli 2 średni strumień wilgoci dla tych badań wynosił $0,60 \frac{\text{kg H}_2\text{O}}{\text{h}}$, a stosunek wagowy masy nasion do masy szyszek około 2%.

Rozpatrując jednostkowe zużycie energii w pomiarach, należy zwrócić uwagę na fakt, że dla recyrkulacji minimalnej czynnika suszącego równej 70% zużycie to wynosiło $5,6-8,5 \frac{\text{kWh}}{\text{kg H}_2\text{O}}$, podczas gdy dla recyrkulacji maksymalnej równej 96,5% było znacznie niższe i wynosiło tylko $2,7-4,3 \frac{\text{kWh}}{\text{kg H}_2\text{O}}$ w zależności od zastosowanych wariantów czasowo-temperaturowych.

Daje się również zauważyć różnicę zdolności kiełkowania nasion otrzymanych z szyszek leżących na sitach górnym i dolnym, wynoszącą do kilku procent.

WNIOSKI

Reasumując należy stwierdzić, że badania szafy wyłuszczańskiej wykazały jej pełną przydatność do pozyskiwania nasion z szyszek drzew iglastych. Dużą zaletą tej suszarki jest zastosowanie recyrkulacji czynnika suszącego, która nie tylko pomniejsza koszty suszenia, ale i pozwala dobrać właściwą wilgotność początkową powietrza w zależności od początkowej wilgotności szyszek. Badania pozwoliły również stwierdzić, że czas suszenia danej partii szyszek można w pewnych warunkach skrócić z 8 godzin do 6 godzin, co zwiększy wydajność wyłuszczaarki. Nasiona uzyskiwane w tym urządzeniu uzyskiwały I klasę jakości, ponieważ zdolność kiełkowania wynosiła blisko 100%.

Wysoki stopień automatyzacji procesu suszenia (termometry kontaktowe i zegary czasowe) sprawia, że szafa wyłuszczańska jest prostą w obsłudze.

Jakkolwiek suszarka zaprojektowana została z myślą o suszeniu szyszek, odzysku z nich nasion drzew iglastych, wydaje się możliwym wykorzystanie jej ewentualnie z drobnymi przeróbkami - przy suszeniu nasion warzyw, owoców czy roślin leczniczych, zwłaszcza, że wykonana już została pierwsza partia informacyjna, a docelowa produkcja ma wynieść 500 sztuk.

LITERATURA

1. Polska Norma - BN-76/9211-02. Materiał siewny. Nasiona drzew i krzewów leśnych i zadrzewieniowych.
2. Tyszkiewicz S.: Nasiennictwo leśne. IBL, Warszawa 1949.

Збигнев Здроевски

СУШКА ШИШЕК ХВОЙНЫХ ДЕРЕВЬЕВ В ПРОТОТИПЕ ШКАФА ДЛЯ ВЫЛУЩИВАНИЯ

Р е з ю м е

В стране отсутствуют специальные устройства для вылущивания для получения семян из шишек подобранных деревьев либо выделенных насаждений.

В статье представлены результаты сушки шишек в новом прототипе шкафа для вылущивания. Определены наилучшие временно-температурные циклы и влияние степени рециркуляции сушильного воздуха с учётом биологической ценности полученных семян.

Представлена конструкция шкафа и технические данные в связи с предложением применения её сушильной установки для сушки семян овощей, фруктов либо лекарственных растений.

Zbigniew Zdrojewski

DRYING OF CONIFER CONES IN A PROTOTYPE OF HULLING CHAMBER

S u m m a r y

There is a lack of special hulling equipment to obtain seeds from the cones of conifers. The results of drying cones in a new prototypical hulling chamber are discussed in the paper. The best time/temperature cycles were found and the effects of drying air recirculation upon the biological value of seeds were determined.

Construction and technical parameters of a chamber are presented with respect to its eventual use for drying of vegetable seeds, fruits or medicinal plants.