

LEON ZUB

*Instytut Uprawy, Nawożenia i Gleboznawstwa — Puławy*

## ZAGADNIENIE SUSZARNICTWA W CHMIELARSTWIE

Cechy zewnętrzne surowca chmielowego, które brane są pod uwagę przy jego ocenie przez urzędującą w czasie wykupu komisję bonitacyjną, zależą w znacznym stopniu od warunków suszenia. W związku z tym, zagadnienie suszarnictwa nabiera przy uprawie chmielu szczególnego znaczenia, gdyż od poprawy suszenia zależy możliwość uzyskania większej niż dotychczas ilości eksportowych klas chmielu oraz pozyskanie szerszego rynku zbytu.

Następną, nie mniej ważną sprawą, mając na uwadze poprawę jakości naszego chmielu, jest konieczność skrócenia okresu zbioru, co również uzależnione jest od suszenia. Z powyższego wynika, że droga do poprawy jakości chmielu prowadzi przez usprawnienie procesu suszenia. W wielu krajach, gdzie uprawa chmielu prowadzona jest na szerszą skalę, znaczenie suszenia zostało docenione, co znalazło wyraz w modernizacji tradycyjnych typów suszarni oraz opracowaniu, bardziej ekonomicznych.

U nas zagadnieniem tym w okresie powojennym właściwie nikt się nie zajmował i dlatego zapomniany już na zachodzie Europy przestarzały typ suszarni Linharta jest u nas powszechnym, a zarazem jedynym tego rodzaju urządzeniem. Nie najlepiej też przedstawia się sprawa techniki suszenia. Dla wielu plantatorów suszenie chmielu przedstawia wiele trudności, co powoduje niską jakość dostarczanego surowca.

Technika suszenia chmielu jest w zasadzie prosta, podobnie jak proste jest działanie suszarni typu Linharta. Tym niemniej wymaga należytego poznania oraz wyczucia przy ocenie stopnia wysuszenia szyszek, do czego niesposób użyć żadnej aparatury. Jedynie na podstawie dotyku, przy pewnym wyrobieniu, określa się stopień suchości szyszek. Duże znaczenie odgrywa tu poznanie funkcjonowania suszarni, jej ujemnych i dodatnich stron, co zależy od wysokości oraz odległości najbliższych budynków (z uwagi na zasłonę od wiatrów), jak też usterek powstałych na skutek wad konstrukcyjnych bądź wykonawstwa.

Należy zaznaczyć, że przepustowość suszarni Linharta zależy w znacznym stopniu od pogody, tj. wilgotności powietrza i wiatru, co jest poważnym mankamentem. Na podstawie wypowiedzi wielu chmielarzy posiadających dużą wprawę w suszeniu, jak też własnych długoletnich obserwacji,

stwierdzam, że posiada ona szereg wad, które obniżają jej przydatność. Oprócz wspomnianej zależności od pogody, do najważniejszych należą: a) zbyt mała szybkość suszenia; b) mała wydajność; c) duże zużycie paliwa; d) niedostateczne wykorzystanie ciepła; e) trudności utrzymania jednakowej temperatury, oraz f) wysoki koszt budowy.

Są to poważne argumenty, które przemawiają za koniecznością wprowadzenia zmian mających na celu obniżkę kosztów suszenia, zwiększenia wydajności, jak też zapewnienie otrzymania surowca wysokiej jakości.

### *Najczęściej popełniane błędy przy suszeniu chmielu*

Warunkiem otrzymania chmielu wysokiej jakości jest przestrzeganie w czasie suszenia zasady, aby — poza utratą wilgotności — nie zaszły żadne zmiany w jego wyglądzie zewnętrznym. Tymczasem w przeważającej ilości przypadków w czasie suszenia chmiel traci wiele cech pierwotnych, a przede wszystkim naturalną zieloną barwę i połysk szyszek, które stają się matowe oraz dość często pozbawione są swoistego aromatu.

W parze z opisanymi zmianami, które bez trudności można określić przy pomocy zmysłów, idą zmiany składu chemicznego. Surowiec taki ma obniżoną zawartość kwasów gorzkochmielowych i jest gorszy.

Powodem tych wybitnie niekorzystnych zmian jest nieodpowiednie suszenie, wynikające z nieprzestrzegania obowiązujących przy suszeniu chmielu zasad, lub nieumiejętnej obsługi suszarni. Niemalże znaczenie odgrywa w danym przypadku wciąż jeszcze niewystarczająca ilość suszarni, co zmusza wielu plantatorów do korzystania z suszarni sąsiadów. Ponieważ właściciele suszarni pobierają od sąsiadów opłatę za ilość wysuszonego chmielu, często w pogoni za zyskiem nie przestrzega się zasad suszenia.

W przeważającej większości przypadków chmiel suszy się w zbyt wysokiej temperaturze, co przy niedostatecznej wentylacji suszarni jest głównym powodem utraty naturalnej barwy szyszek, a nawet przypalenia lupuliny, która zamiast złocisto-żółtego zabarwienia staje się ciemno-żółtą, do brązowej barwy włącznie. Niemal z reguły szyszki takie z powodu przesuszenia łatwo kruszą się. Następnym błędem jest zaparzenie szyszek, co łatwo poznać po matowym wyglądzie i charakterystycznym zapachu.

Przyczyną tego jest zbyt gruba warstwa zasypu świeżych szyszek, utrudniająca przewiew powietrza, które po nasyceniu się wilgocią nie znajduje ujścia na zewnątrz suszarni i powoduje zaparzenie szyszek. Podobne zjawisko może mieć miejsce również przy nieumiejętnym obchodzeniu się ze świeżo zerwanym chmielem przed poddaniem go suszeniu.

Znacznie rzadziej trafiają się przypadki niedosuszenia, co łatwo poznać po dotknięciu szyszek, które są zbyt elastyczne i przy mocniejszym ściśnięciu w garści łatwo zbrylają się. Chmiel niedosuszony po spakowaniu w wantuchy w niedługim czasie zagrzewa się.

Nie ulega wątpliwości, że większość czynników utrudniających prawidłowe funkcjonowanie suszarni Linharta spowodowanych jest brakiem sztucznej wentylacji. Przy naturalnym ciągu powietrza, jaki jest w omawianym typie suszarni, możliwość regulowania przepływu powietrza przez komorę suszenia jest ograniczona. Dlatego przebieg procesu suszenia uzależniony jest od pogody, która w okresie zbioru chmielu bywa różna.

### *Przegląd różnych typów suszarni chmielu*

Suszenie chmielu odbywa się w suszarniach konwencjonalnych, które dzielimy na suszarnie z swobodną i wymuszoną konwekcją czynnika suszącego. Działanie suszarni należących do pierwszej grupy opiera się na różnicy w ciężarze powietrza ogrzanego, które, jako lżejsze od chłodnego, unosi się wyżej i powoduje w ten sposób ciąg z dołu do góry. Stałe wypieranie powietrza ogrzanego do góry przez napływające na jego miejsce powietrze chłodne jest podstawą funkcjonowania suszarni tej grupy.

Główną wadą wszystkich suszarni o naturalnym ciągu powietrza jest to, że rozkład temperatury na całej powierzchni komory suszenia jest niejednakowy. W związku z tym, pomijając zbyt wolny przebieg suszenia, odbywa się ono niejednakowo na całej powierzchni sit zainstalowanych na tej samej wysokości. Wynika to z tego, że powietrze po ogrzaniu się nie jest mieszane, a szybkość ciągu do góry zależy od szybkości nagrzewania się. W związku z tym w komorze suszenia mogą działać „prądy” o różnej sile, co utrudnia równomierne wysychanie chmielu. Z pomocą przychodzi tu doświadczenie i biegłość personelu obsługującego, posiadającego wyrobienie w ocenie stopnia suchości chmielu.

Klasycznym przykładem suszarni tego typu jest używany u nas oraz w niektórych krajach środkowej i wschodniej Europy system suszarni Linharta. Drugim typem, opartym również na zasadzie naturalnego ciągu powietrza, jest wycofana już z użycia suszarnia Żacia, która tym różniła się od suszarni Linharta, że najbliżej źródła ciepła lokowano świeży chmiel, który, jak wiadomo, posiada największą wilgotność. Nieco odmiennym typem, bardziej zbliżonym do typu Linharta, były do niedawna używane w Czechosłowacji suszarnie systemu Włtawskiego, Kurka oraz Kreislera. Swego czasu było w użyciu szereg innych typów suszarni, jak Burbsa, Gejaka, Gnetermana, Lesznera, które pod względem działania niewiele się różniły. Żywot ich był jednak krótki, gdyż zostały wyparte przez typy suszarni bardziej ekonomiczne i oparte na innych zasadach.

Najdłużej utrzymał się typ suszarni Linharta, który na przestrzeni ostatnich 20 lat uległ kilkakrotnej modyfikacji. Obecnie suszarnie tego typu znajdują się w użyciu nie tylko w Polsce, ale i w ZSRR, Czechosłowacji oraz Jugosławii. Wszystko jednak przemawia za tym, że w niedługim czasie zostaną one wyparte przez nowe typy, które z każdym ro-

kiem znajdują coraz większe zastosowanie. Na zachodzie Europy typy suszarni oparte na działaniu naturalnego ciągu powietrza należą do przeszłości. O wiele ekonomiczniejsze, a przy tym bez porównania praktyczniejsze, są wszystkie typy oparte na sztucznej wentylacji. Działanie ich jest niezależne od pogody, a wysokość temperatury może być dowolnie regulowana, co zapewnia prawidłowy przebieg procesu suszenia i gwarantuje otrzymanie surowca wysokiej klasy. Wydajność ich jest duża, co przy maszynowym zbiorze jest bardzo ważne. Wysoki stopień automatyzacji ułatwia obsługiwanie i kontrolowanie przebiegu suszenia.

Suszarnie takie różnią się między sobą jedynie konstrukcją komory suszenia oraz paleniska. Są przystosowane do opalania węglem, olejem napędowym, mazutem oraz elektryczne. Oprócz suszarni sitowych znajdują się już w użyciu suszarnie taśmowe, przystosowane do suszenia nie tylko chmielu, ale i innych płodów rolnych. W NRF, a ostatnio i w Czechosłowacji, coraz szersze zastosowanie znajduje suszarnia taśmowa typu Binder Briigma, której wydajność wynosi 80 kg suchego chmielu na godzinę.

Przeprowadzone przez Czechów próby połączenia maszynowego zbioru chmielu z jednoczesnym suszeniem, siarkowaniem oraz prasowaniem w baloty wypadły pomyślnie. Okazało się, że najlepiej do tego „kombinatu chmielarskiego” nadają się suszarnie o konstrukcji taśmowej, opalane węglem względnie olejem napędowym. Czechosłowacja produkuje już takie zestawy maszyn, które instalowane są w dużych obiektach chmielarskich. Takie kompletne urządzenia do zbioru, suszenia oraz przerobu chmielu produkowane są pod nazwą Czecha 1, 2 i 3. Jest to duży postęp na drodze mechanizacji pracy, do którego nam daleko.

Ponieważ opisane zestawy maszyn są kosztowne, a produkcja ich jest dopiero zapoczątkowana, Czesi pracują nad ulepszaniem istniejących typów suszarni systemu Linharta. Zajmuje się tym Dział Mechanizacji Instytutu Chmielarskiego w Żatcu. Prowadzone doświadczenia dotyczą w głównej mierze możliwości zwiększenia wentylacji, jako głównego czynnika mającego zasadniczy wpływ na szybkość suszenia.

#### *Próby z suszeniem chmielu suchym powietrzem*

Głównym czynnikiem dużego postępu na odcinku suszarnictwa chmielowego w ciągu ostatnich lat było stwierdzenie, że okres, w którym szyszki chmielowe zawierają najwyższą ilość alfa kwasów, trwa około 15 dni. Aby otrzymać surowiec o wysokiej przydatności dla browarnictwa trzeba zebrać go w tym okresie. Ponieważ warunkiem przechowania chmielu jest obniżenie jego wilgotności z 80 do 10—12%, zagadnienie przyspieszenia suszenia nabrało znaczenia problemowego.

Godny uwagi eksperyment z zastosowaniem do suszenia chmielu suchego powietrza przeprowadzono w Naukowo-Badawczej Stacji Chmie-

larskiej w ZSRR. W tym celu użyto powietrza w wysokim stopniu wysuszonego, którego zdolność do wchłaniania pary wodnej jest około trzykrotnie większa niż ogrzanego do tej samej temperatury, lecz nieodwilżonego. Podano kilka metod odwilżania powietrza a mianowicie: fizyczną, chemiczną oraz fizyko-chemiczną.

Metoda fizyczna polega na zastosowaniu, jako absorbenta pary wodnej, żelu krzemianowego. Odwadnianie żelu przeprowadza się przez podgrzewanie go w temperaturze  $170^{\circ}\text{C}$  przez 15 min. Regenerację żelu krzemianowego można powtarzać wielokrotnie i nie traci on swych higroskopijnych właściwości w ciągu sezonu suszenia chmielu.

Metoda chemiczna polega na przepuszczaniu powietrza z dużą szybkością przez bezwodny chlorek wapnia. Uwodniony chlorek wapnia po ogrzaniu do  $300\text{--}400^{\circ}\text{C}$  traci wodę i może być ponownie użyty. Wadą tego sposobu jest to, że chlorek wapnia przy temperaturze  $29^{\circ}\text{C}$  topi się i traci swe właściwości wchłaniania pary z powietrza. Zapobiega temu stosowanie metody fizyko-chemicznej. W tym celu przepuszcza się powietrze przez urządzenia chłodzące, gdzie przy temperaturze  $0\text{--}2^{\circ}\text{C}$  para kondensuje się. Tak oziębione powietrze przepuszczamy przez bezwodny chlorek wapnia, który wchłania resztki pary wodnej. Ponieważ w tych warunkach temperatura powietrza nigdy nie dochodzi do  $29^{\circ}\text{C}$ , chlorek wapnia nie topi się i nie traci swych właściwości higroskopijnych.

### *Modernizacja suszarni o sztucznej wentylacji*

Konieczność skrócenia zbioru chmielu podyktowana warunkami ekonomicznymi stała się główną przyczyną modernizacji suszarni o sztucznej wentylacji, które były szeroko rozpowszechnione w Anglii, Belgii, Niemczech i Francji. Świadczą o tym liczne artykuły na łamach pism chmielarskich, jak też wygłoszony przez przedstawiciela Belgii referat na posiedzeniu Komisji Technicznej w czasie obrad XII Kongresu Chmielarskiego, który odbył się w sierpniu 1962 r. w Warszawie.

Główny nacisk, poza automatycznym regulowaniem temperatury w komorze suszenia, kładzie się na zwiększenie przedmuchu powietrza przez warstwy suszonego chmielu. Wiadomo, że im więcej (ogrzanego do pewnej temperatury) powietrza przepuścimy w jednostce czasu przez warstwy suszonego chmielu, tym więcej odprowadzimy z niego wody. Stwierdzono, że na wysuszenie 100 kg świeżego chmielu potrzeba przepuścić przez komorę około  $1800\text{ m}^3$  powietrza ogrzanego do  $45^{\circ}\text{C}$ , które po przejściu przez warstwy suszonego chmielu powinno zawierać około 80% wilgoci. Z tego wynika, że czas suszenia zależy od stosunku ciężaru powietrza do ciężaru suszonego produktu. Stwierdzono również, że przy prędkości przepływu czynnika suszącego  $15\text{--}20\text{ cm/sek}$  można bez obawy o jakość surowca podnieść temperaturę suszenia z  $45$  do  $55^{\circ}\text{C}$ . Na tej podstawie

w zmodernizowanych typach suszarni w Belgii i Niemczech stosuje się wentylatory ssące lub tłoczące, a czasem oba równocześnie.

Według opinii specjalistów, lepsze wyniki daje użycie wentylatora tłoczącego, ze względu na bardziej równomierne rozłożenie powietrza w komorze suszenia. Na skutek wytworzonego podciśnienia w komorze suszenia, chmiel szybciej traci wilgoć. W suszarniach tego typu grubość warstwy zasypu wynosi od 40 do 100 cm i dlatego ciąg powietrza musi być bardzo silny. W suszarniach o jednej kondygnacji sit, używanych jeszcze w Ameryce, instaluje się z reguły dwa wentylatory, ssący umieszczony w wywietrzniku a tłoczący poniżej palników ogrzewających powietrze. Suszarnie takie budowane są obok siebie po kilka jednocześnie.

W Belgii i Niemczech rozpowszechnione są suszarnie o trzech a nawet czterech kondygnacjach sit, które są bardziej praktyczne i ekonomiczniejsze pod względem zużycia paliwa a przy tym wydajniejsze. Modernizacja tego typu suszarni idzie w kierunku zwiększenia przepustowości przez instalowanie wentylatorów, podniesienia temperatury suszenia oraz mechanizacji zasypu i wyładunku chmielu.

#### *Wyniki badań przeprowadzonych z suszeniem chmielu w IUNG*

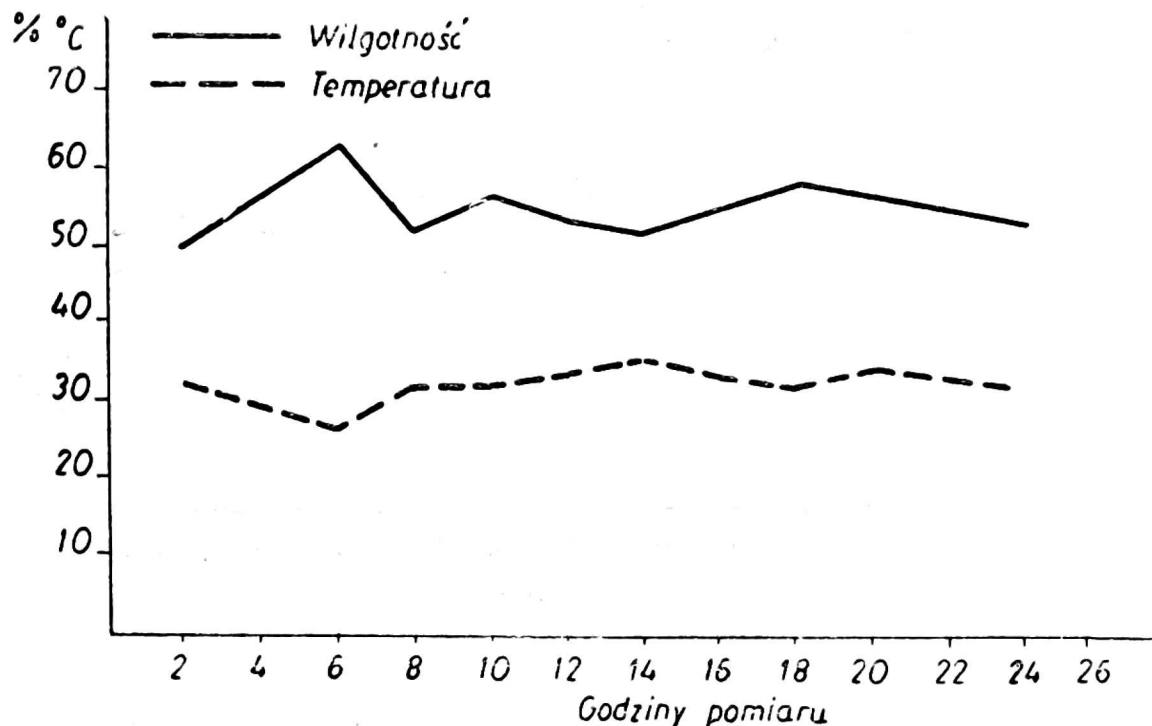
Dla prześledzenia jak przebiega proces suszenia chmielu, a przede wszystkim, jakie są wahania temperatury na poszczególnych kondygnacjach sit w suszarni Linharta, w latach 1959—1962 przeprowadzono w Garbowie doświadczenie polegające na rejestracji temperatury i wilgotności powietrza przy pomocy odpowiedniej aparatury. Ponadto, chodziło o ustalenie optymalnej grubości zasypu świeżego chmielu i ograniczenie zużycia paliwa, którego dotychczas wychodziło około 120 kg węgla na 100 kg suszonego chmielu.

#### *Pomiary wilgotności i temperatury powietrza w komorze suszarni*

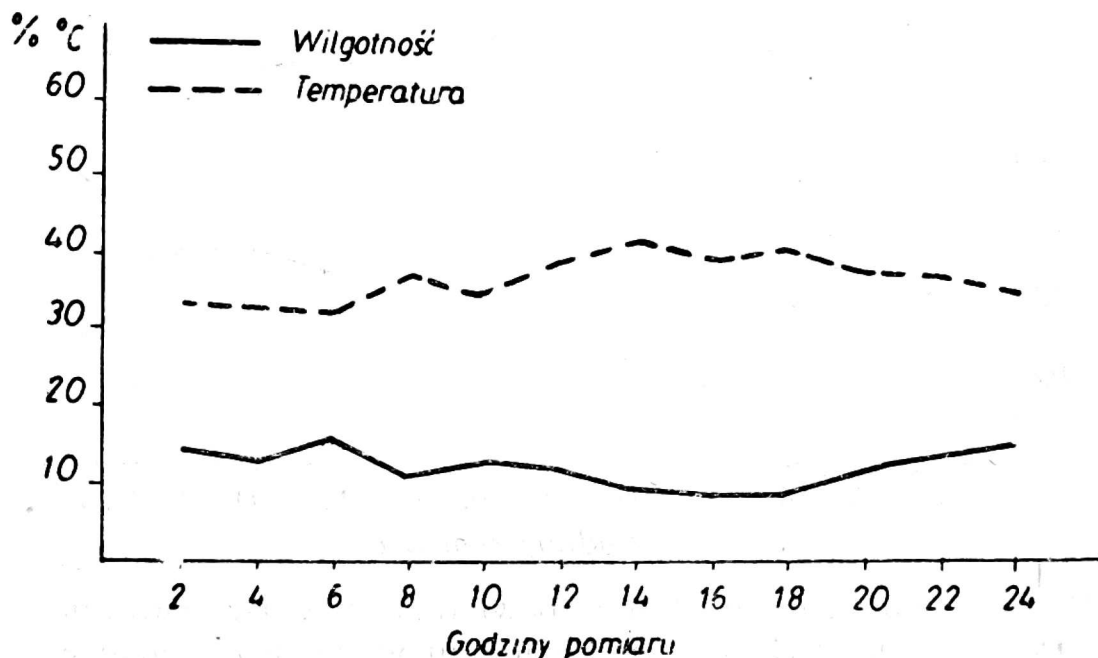
Wyniki badań licznych autorów wskazują na to, że ujemne działanie podwyższonej temperatury w czasie suszenia chmielu może być do pewnego stopnia złagodzone przez wentylację. Dlatego przy zastosowaniu sztucznej wentylacji temperatura powietrza w komorze suszenia może być podwyższona z 45 do 50°C, a w poszczególnych przypadkach, przy silnym przedmuchu wynoszącym 20—25 cm/sek, nawet do 55°C, bez obawy obniżenia jakości surowca.

Ogólnie wiadomo, że w miarę wzrostu temperatury obniża się wilgotność powietrza i odwrotnie. Szczególnie wyraźnie wynika to z pomiarów dokonanych przy pomocy termo-hygrografów, zainstalowanych na najwyższych sitach, gdzie dokonuje się zasypu świeżego chmielu. Jak wynika ze średnich danych przedstawionych na rys. 1, wilgotność powietrza na najwyższej kondygnacji sit podnosi się po każdym zasypie świeżych szy-

szek. Duży wpływ na stan wilgotności powietrza w komorze suszenia ma jego wilgotność na zewnątrz suszarni. Przy słonecznej pogodzie, gdy powietrze jest suche, wilgotność w komorze suszenia jest niska a temperatura wysoka, w związku z czym suszenie przebiega szybciej.



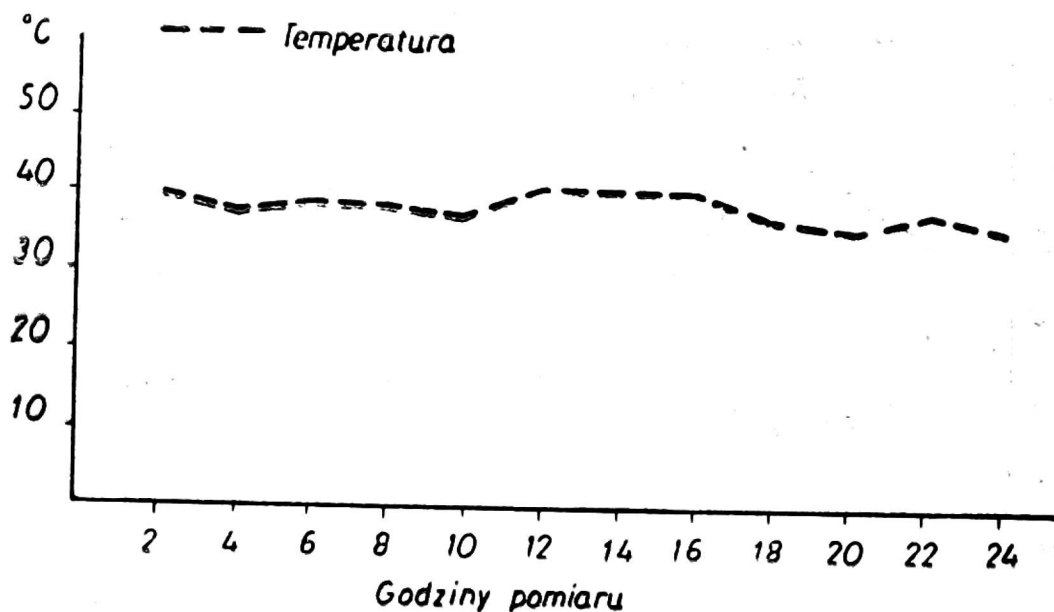
Rys. 1. Wahania wilgotności i temperatury w czasie suszenia chmielu na najwyższej kondygnacji sit w suszarni Linharta (średnia za 3 lata)



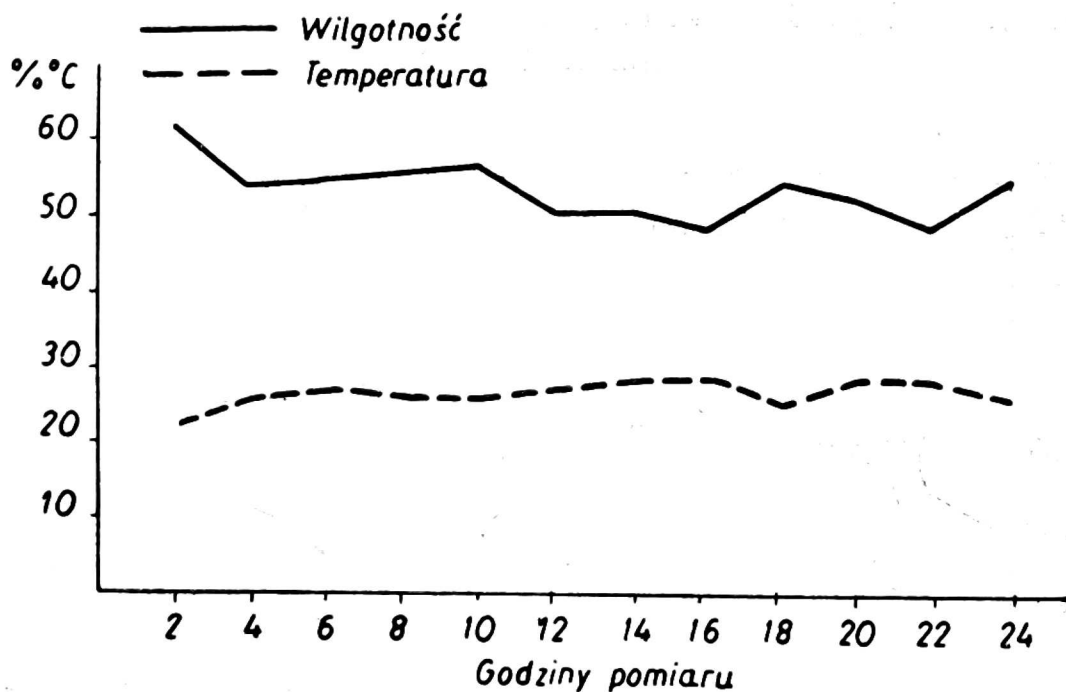
Rys. 2. Wahania wilgotności i temperatury powietrza w czasie suszenia chmielu w suszarni Linharta (średnia za 3 lata)

Współzależność wilgotności od temperatury powietrza widać również na rys. 2, z przeprowadzonego pomiaru na najniższej kondygnacji sit położonych najbliższej instalacji grzewczej. Wyraźne skoki wilgotności co dwie godziny spowodowane zostały oziębianiem komory suszenia na skutek roz-

ładunku oraz opuszczaniem z górnej kondygnacji sit chmielu o wyższej wilgotności. Na rys. 3 widzimy prawidłowy układ temperatury (bez większych skoków) na najniższej kondygnacji sit w suszarni przez całą dobę, co ma duży wpływ na sprawny przebieg suszenia i wydajność suszarni.



Rys. 3. Prawidłowy dobowy przebieg temperatury powietrza podczas suszenia chmielu na wózkach w suszarni Linharta



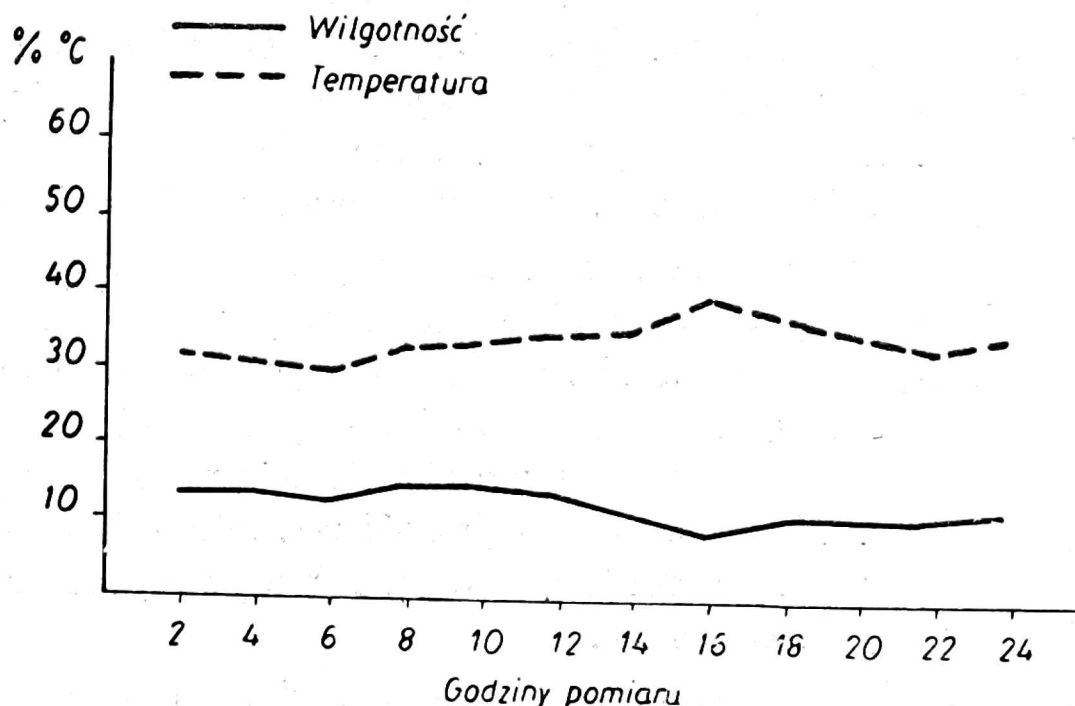
Rys. 4. Wahania wilgotności powietrza w czasie suszenia chmielu na najwyższej kondygnacji sit w suszarni Linharta, w zależności od temperatury, przed wprowadzeniem zmian

Duży wpływ na wilgotność powietrza na najwyższej kondygnacji sit w suszarni ma stan wilgotności świeżego chmielu. Szyszki, które przed poddaniem suszeniu w ciągu kilku godzin przebywały w magazynie suszarni, zdążyły w międzyczasie część wilgoci utracić. Dlatego po zsypaniu ich do komory suszenia wilgotność powietrza jest o kilka procent niższa



niż w przypadku zsypania świeżych szyszek przywiezionych bezpośrednio z plantacji. Rys. 4, ilustruje prawidłowy układ temperatury, w zależności od wilgotności powietrza w ciągu doby, na najwyższej kondygnacji sit w komorze suszenia.

W przypadku zasypu warstwy 15—20 cm grubości zachodzi konieczność przynajmniej dwukrotnego przemieszania, zanim mocno zwiędnięte szyszki opuszczone zostaną na niższą kondygnację sit. Jeśli tego nie stosować, wówczas szyszki zlegają się hamując przewiew, skutkiem czego czas suszenia zbytnio przeciąga się z 5—6 do 8 godz. a szyszki bardzo często na skutek zaparzenia się tracą połysk i barwę.



Rys. 5. Wahania wilgotności powietrza w czasie suszenia chmielu na wózkach w suszarni Linharta, w zależności od temperatury

Wyniki pomiarów wilgotności i temperatury powietrza na najniższej kondygnacji, tj. wózkach, odbiegają od rzeczywistych danych z tego względu, że okienka kontrolne, w których umieszcza się aparaturę pomiarową znajdują się około 20 cm powyżej warstwy chmielu. Na skutek tego faktyczna wilgotność powietrza jest w rzeczywistości o kilka procent niższa od notowanej, a temperatura wyższa.

Widzimy to wyraźnie na rys. 2 i 5 z których wynika, że najwyższa temperatura przy suszeniu chmielu nie przekraczała  $40^{\circ}\text{C}$ , a wilgotność powietrza wahała się od 9 do 15%. Wiadomo, że przy wyładunku z komory suszenia suchego chmielu jego wilgotność nie powinna przekraczać 8%.

Prawdziwy obraz otrzymamy dokonując pomiarów tuż pod wózkami, gdzie powinny być kontrolne okienka, podobnie jak to praktykuje się w Czechosłowacji i Jugosławii. Należy na to zwracać uwagę przy opracowywaniu planów nowych suszarni oraz przeróbkach starych.

### *Próba częściowej modernizacji tradycyjnej suszarni systemu Linharta*

Wychodząc z założenia, że podstawowym czynnikiem przy suszeniu chmielu jest wentylacja, która w omawianym typie suszarni nie przedstawia się najlepiej, w ostatnim roku doświadczenia dokonałem pewnych przeróbek, zmierzających w kierunku zwiększenia przedmuchu. Pomocą w wprowadzeniu wymienionych zmian były wyniki doświadczeń przeprowadzonych w Czechosłowacji, których przydatność w naszych warunkach klimatycznych należało sprawdzić.

Przeróbka polegała na usunięciu w znajdującym się na dachu suszarni wywietrzniku kilku żaluzji służących do regulacji wydalania na zewnątrz nasyconego wilgocią powietrza. Oprócz tego usunięto wewnątrz przegrodę rozdzielającą wywietrznik na dwie połowy z tego względu, że suszarnia ma dwie komory. W ten sposób, unoszące się do góry nasycone wilgocią powietrze porywane było w wywietrzniku przez prąd poziomy (wiatr).

Ta na pozór nieznaczna zmiana okazała się w rzeczywistości ważnym czynnikiem, mającym poważny wpływ na przepływ powietrza przez komorę suszenia. Wprowadziłem również zmiany w doprowadzaniu chłodnego powietrza z zewnątrz suszarni do komory suszenia, przymykając klapy nad kanałami nawiewnymi a uchylając drzwi prowadzące z kotłowni do komory suszenia. W ten sposób większość powietrza dostawała się do komory suszenia nie bezpośrednio z zewnątrz budynku, lecz z kotłowni, gdzie zdążyło się częściowo ogrzać.

Po wprowadzeniu opisanych zmian oraz przestrzeganiu mieszania szyszek na najwyższej kondygnacji sit stwierdziłem, że czas suszenia skrócił się o około 25%. Mieszanie chmielu co 30—45 min. powodowało zmianę układu szyszek, co ułatwiło przechodzenie powietrza z dołu do góry.

W związku ze stwierdzonymi zmianami, przeprowadzono próby ze stosowaniem różnej grubości warstwy zasypu świeżego chmielu, celem ustalenia, przy jak grubej warstwie chmielu można osiągnąć najwyższą wydajność suszarni (tabela).

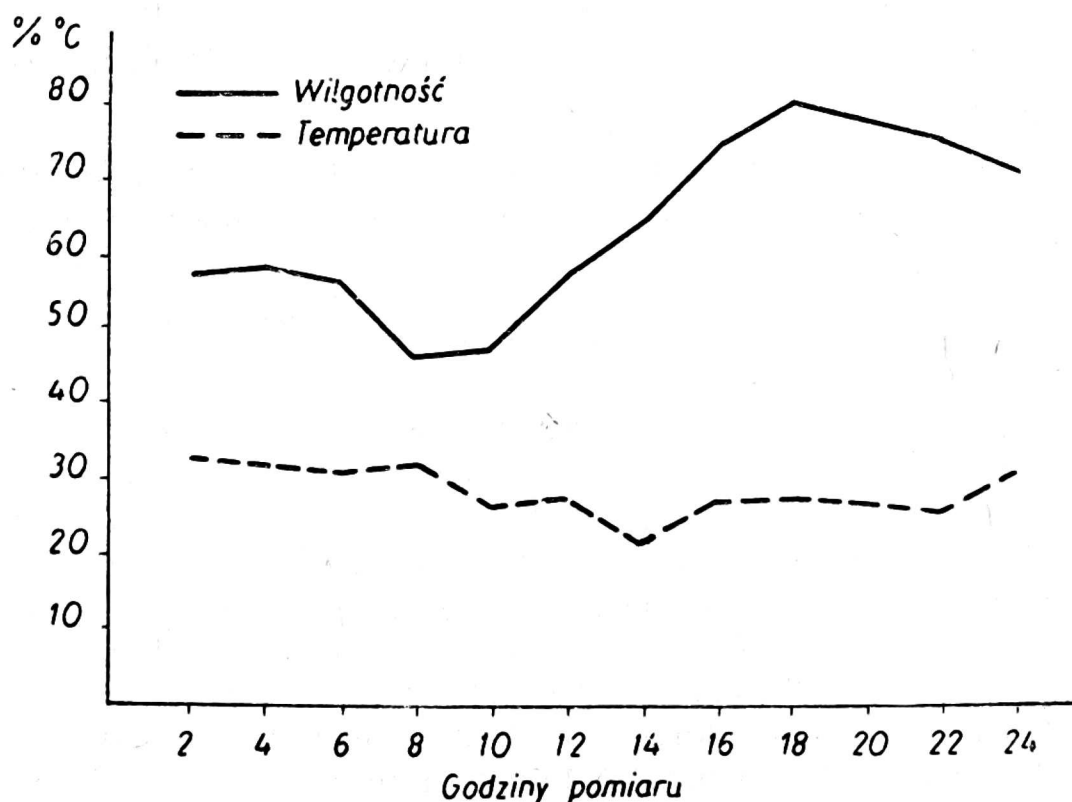
Z zestawienia wynika, że w miarę wzrostu grubości warstwy świeżego chmielu zwiększała się dobową wydajność suszarni. Należy zaznaczyć, że doświadczenie to przeprowadzono przy korzystnym przebiegu pogody, tj. temperaturze powietrza na zewnątrz budynku 14—17°C i względnej wilgotności 46—60%. Tym niemniej, dodatnie wyniki wprowadzonych zmian, na wzór stosowanych w Czechosłowacji, nie budzą wątpliwości. Do czasu wprowadzenia zmian, dobową wydajność suchego chmielu z 1 m<sup>2</sup> komory waha się w granicach 20—22 kg, przy grubości warstwy około 12 cm, co odpowiada 120 kg świeżych szyszek i czasie suszenia 5—6 godz. oraz zużyciu 1,2 kg węgla na 1 kg suchego chmielu.

*Dobowa wydajność suszarni przy nasypywaniu warstwy świeżego chmielu  
różnej grubości*

Grubość warstwy w cm	Ilość świeżych szyszek w kg	Czas suszenia 1 partii w godz.	Dobowa wydajność suchego chmielu w kg z 1 m <sup>2</sup> komory suszenia
7	80	4,0	18,0
9	100	4,5	23,4
11	120	5,0	25,5
13	140	6,0	27,9

Wprowadzone zmiany pozwoliły na skrócenie czasu suszenia a przez to zwiększenie o około 25% wydajności suszarni oraz zmniejszenia zużycia opału do 1 kg węgla na 1 kg suchego chmielu. Nie ulega wątpliwości, że otrzymane wyniki zasługują na uwagę i praktyczne wykorzystanie.

Po wprowadzeniu zmian, pomiary wilgotności i temperatury powietrza wykazały różnicę w układzie wymienionych czynników w porównaniu do lat ubiegłych. Porównując analogiczne dane przedstawione na rys. 4 i 6 widzimy, że zmiana sposobu wentylacji miała duży wpływ na korzystniejszy przebieg suszenia. Najmniejsza wilgotność powietrza była w godzinach rannych, gdy zasypywano chmiel zwiędnięty, zrywany w dniu poprzednim, który przez noc część wilgoci utracił. Natomiast najwyższa — w godzinach popołudniowych, między 16 a 20, gdy zsypywano świeży chmiel przywieziony bezpośrednio z plantacji.



Rys. 6. Wahania wilgotności powietrza w czasie suszenia chmielu na najwyższej kondygnacji sit w suszarni Linharta po wprowadzeniu zmian

Wzorując się na nowych typach suszarni rozpowszechnionych w Anglii, Belgii i Niemczech, należy u nas przeprowadzić próby z instalacją wentylatorów elektrycznych.

### *Nowe sposoby magazynowania i nawilgacania suchego chmielu*

Dla zmniejszenia do minimum powierzchni składowania suchego chmielu w magazynie, w Anglii i Belgii praktykuje się przedmuchiwanie przez pryzmy suchego chmielu grubości 2—3 m ciepłego powietrza pod ciśnieniem kilku atmosfer, co zabezpiecza przed psuciem i utratą zielonej barwy szyszek. Przestrzegany u nas okres tzw. „przepacania” suchego chmielu i związane z tym częste szufłowanie nie jest tam praktykowane. Duże zmiany w tym zakresie wprowadzono ostatnio również w Czechosłowacji. Suchy chmiel o wilgotności około 6—7% sypie się od razu po wyjęciu z komory suszenia na wysokie pryzmy grubości 2—3 m (do samego sufitu). Do pakowania chmielu przystępują nie jak u nas po około 2 tygodniach od czasu wysuszenia, lecz w dowolnym czasie. Przestrzega się, aby w czasie pakowania wilgotność chmielu wynosiła około 12%.

W tym celu, na 5—6 dni przed pakowaniem, spryskuje się suche szyszki gorącą wodą o temperaturze 80—90°C, z wyliczeniem 4 litry na 6 m<sup>3</sup> luźno usypanego chmielu. Dla uzyskania równomiernej wilgotności szyszek, po spryskaniu, przez następne 4—5 dni, chmiel kilkakrotnie szufłujemy. W ten sposób nawilgocony chmiel możemy pakować bez obawy zaparzenia lub rozkruszenia szyszek. Wiele spółdzielni produkcyjnych na terenie Czechosłowacji, postępując w ten sposób, uzyskuje co roku przy odstawie do punktu skupu przeszło 50% pierwszego gatunku, który niemal w całości przeznaczony jest na eksport.

Do utłaczania chmielu w wańtuchach używa się tam pras mechanicznych prostej konstrukcji, wyposażonych w silniczki elektryczne.

### LITERATURA

1. B a l l e y P. H.: J. agric. Engng. Res. 1958, t. 3 nr 1.
2. B a l l e y P. H.: J. agric. Engng. Res. 1958 t. 3 nr 2.
3. B a l l e y P. H.: J. agric. Engng. Res. 1958 t. 3, nr 3.
4. D r e x l e r O.: Na co budeme letos dbat pri suseni. Chmelarstvi, 1957, nr 8.
5. D r e x l e r O.: Sb. cs. Akad. Zemed. Ved. Rostl. Vyroba 1959, t. 5, nr 7.
6. F r i c V.: Nekolik poznamek k suseni chmele. Chmelarstvi, 1960, t. 33, nr 8.
7. F r i c V., T o s k o v V.: Chmelarstvi 1959, t. 32, nr 12.
8. G r i e s e l A.: Die Hopfentroeknung. Dtsch. Agrartech. 1959, t. 9, nr 5.
9. J a r n i k J., Z r n o J.: Budown. Wiej. 1959, t. 11, nr 5.
10. S t r a c h L.: Chmelarstvi 1959, t. 32, nr 4.
11. S o u d e k J.: Chmelarstvi 1956, nr 8.
12. Z u b L.: Przem. Spoż., nr 1. Warszawa, 1957.
13. Z u b L.: Roczn. Nauk Roln. 1957, t. 76-A-1.