

POGLĄDY NA MOŻLIWOŚCI ZASTOSOWANIA METODY CHŁODZENIA
DO WSTĘPNEJ KONSERWACJI NASION

Zenon Katewicz, Michał Kłębukowski

Instytut Maszyn i Urządzeń Rolniczych ART w Olsztynie

Podstawowym celem przechowywania nasion jest utrzymanie przez jak najdłuższy okres czasu ich przydatności przetwórczej, a w przypadku nasion przeznaczonych na siew również zdolności kiełkowania. Cel ten można osiągnąć przez stworzenie warunków ograniczających procesy życiowe ziarna i uniemożliwiających rozwój drobnoustrojów oraz szkodników.

Głównymi czynnikami wpływającymi na wzrost natężenia procesów życiowych ziarna oraz drobnoustrojów są: wilgoć, temperatura oraz dostęp tlenu. Dlatego też metody magazynowania ziarna oparte są przede wszystkim na ograniczeniu warunków sprzyjających natężeniu tychże procesów: suszenie (obniżenie wilgotności ziarna), przechowywanie w stanie schłodzonym (obniżenie temperatury), przechowywanie bez dostępu powietrza (ograniczenie dostępu tlenu) [4, 5]. Stosowana jest również coraz powszechniej metoda konserwacji ziarna środkami chemicznymi, działającymi hamująco na enzymy ziarna oraz na enzymy drobnoustrojów żyjących w masie ziarna, a także mającymi własności bakteriobójcze i grzybobójcze.

Jak podano wyżej, o nasileniu procesów życiowych ziarna oraz żyjących w jego masie drobnoustrojów i szkodników zbożowych decyduje między innymi temperatura.

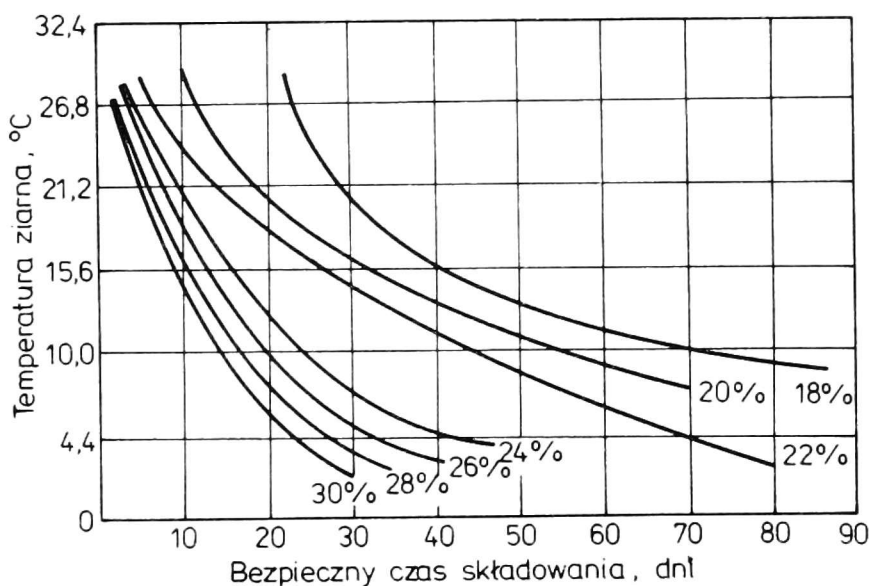
Żyjące na ziarnie organizmy wymagają do rozwoju określonej, optymalnej temperatury, poniżej której ich procesy życiowe i rozwój ulegają zahamowaniu. Rozwój owadów znajdujących się w przechowywanym ziarnie ulega ograniczeniu już w temperaturze niższej od 17°C. Cykl rozwojowy owadów przedłużony zostaje do ponad 100 dni. Obniżenie temperatury poniżej 10°C zapobiega składaniu jaj przez owady [10, 14].

Aby zapobiec rozwojowi bakterii i pleśni należy temperaturę znacznie obniżyć. Jak podaje Bulsiewicz [5] ziarno o wilgotności 20-26% trzeba ochłodzić do temperatury 5°C, a jeszcze wilgotniejsze nawet do temperatury około 0°C.

Ważnym względem jest również fakt, że procesy życiowe samego ziarna mogą być zmniejszone o około 85-90% dzięki ochłodzeniu do 5-10°C [10]. Przy zachowaniu temperatury otoczenia oddychanie ziarna powoduje wzrost temperatury i wilgotności całej masy. Oddychanie 1% suchej substancji prowadzi przy wystarczającym zapasie tlenu do podwyższenia wilgotności o 0,58% i do ogrzania ziarna o 7,2°C [1, 14, 18]. Stopień ochłodzenia ziarna zależy również od przewidywanego okresu magazynowania. Zagadnienie to było i jest badane przez wiele ośrodków na świecie.

Według badań amerykańskich [2, 15, 16, 17] ziarno może być przechowywane w niskiej temperaturze bez obniżania w nim zawartości wilgoci nawet przez dłuższy czas.

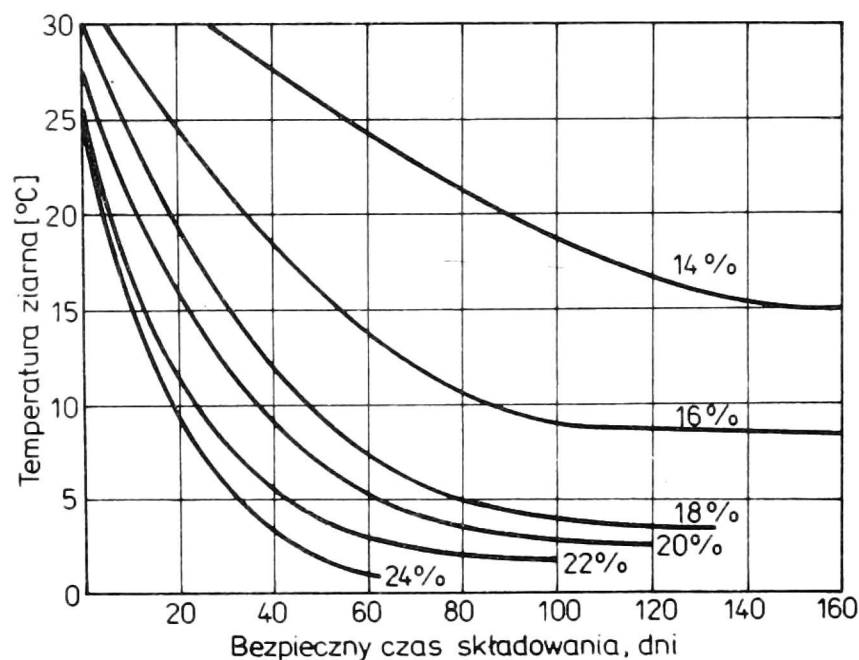
Oczywiście, dla określenia bezpiecznego czasu składowania ziarna konieczna jest znajomość pewnych jego cech związanych z rozwojem ziarna, a także jego wilgotności oraz dobranie właściwej temperatury składowania. Shove [19] przytacza na podstawie uzyskanych wyników oraz na podstawie danych z badań przeprowadzonych przez USOA Grain Storage Research Laboratory of Ames (USA, Iowa) wykres pozwalający określić bezpieczny czas składowania ziarna w różnych temperaturach przy różnych wilgotnościach (rys. 1). Po-



Rys. 1. Bezpieczny czas składowania ziarna w różnych temperaturach (Shove)

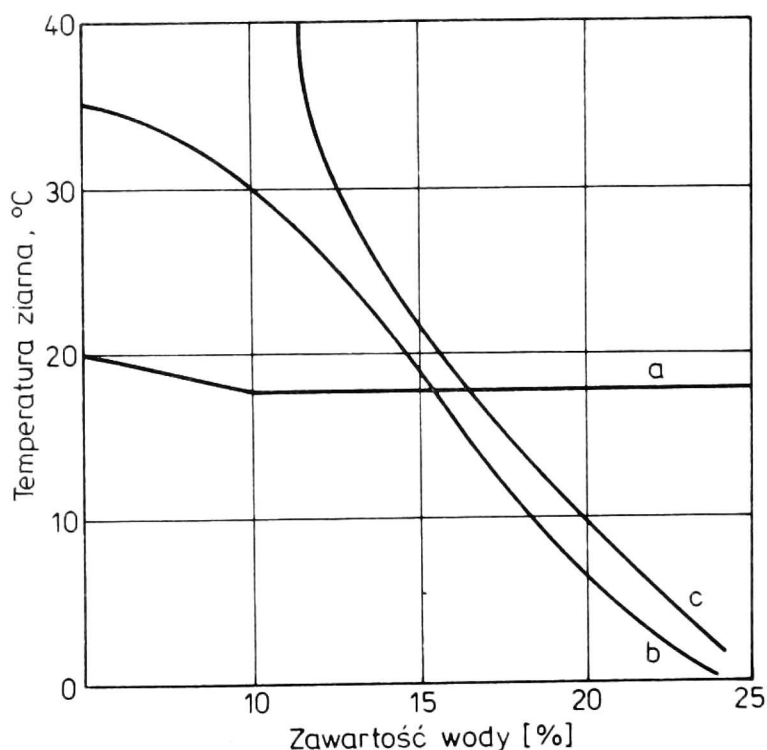
dobne dane przytaczane są w źródłach NRD [7, 20] oraz RFN [14] dotyczących omawianego zagadnienia (rys. 2).

Z danych publikowanych przez ośrodki radzieckie [1] wynika, że dla przechowywania nasion o wilgotności 22-24% w ciągu 3-5 tygodni bez obniżenia właściwości siewnych należy obniżyć temperaturę



Rys. 2. Bezpieczny czas składowania ziarna w różnych temperaturach (NRD)

masy nasion do 5°C , przy wilgotności 19–20% do 10°C , przy wilgotności 18% do 15°C .



Rys. 3. Diagram zależności kondycji przechowywanego ziarna od temperatury i wilgotności (Bulsiewicz)

Bulsiewicz i wsp. [5] na podstawie badań przeprowadzonych przez różnych autorów opracowali diagram zależności kondycji przechowywanego zboża od temperatury i jego wilgotności (rys. 3). W krajach o klimacie chłodnym stosuje się obecnie powszechnie przechowywanie ziarna w stanie oziębionym przy wykorzystaniu naturalnego zimna, gdy do magazynów zbożowych napływa zboże wilgotne i nie ma możliwości jego wysuszenia.

W krajach o klimacie umiarkowanym i ciepłym pro-

wadzi się eksperymenty nad zastosowaniem w przechowywaniu nasion sztucznego chłodzenia.

Doświadczenia NRD w zakresie przechowywania zboża w warunkach prowizorycznych (pod folią, w magazynach bez ścian oporowych) dają bardzo zachęcające wyniki. O. Helt [9] podaje przykład magazynu zbożowego w gospodarstwie rolnym w Weilienfels, gdzie na składowisku zainstalowano urządzenie stacjonarne do schładzania wietrzeniem. Wykorzystano do tego celu rury o średnicy 400-600 mm, które zostały ułożone na składowisku. W rurach wykonano otwory. Do wystającego ze składowiska, otwartego zakończenia rury przyłączony został wentylator. Składowisko okryto folią, a okrycie zabezpieczono siecią. Z chwilą uruchomienia wentylatora okrycie foliowe uniosło się do wysokości 20-30 cm ponad warstwę zboża.

Przy tych warunkach składowania po niecałych trzech tygodniach osiągnięto temperatury powietrza zewnętrznego i tym samym osiągnięto zadowalający wynik - zapobiegnięto zagrzewaniu się ziarna (tab. 1). Dalsze wietrzenie pozwoliło po upływie 5 miesię-

T a b e l a 1

Temperatury ziarna w trakcie przechowywania pod folią (NRD)

Punkt pomiarowy	Okres przechowywania - dni						
	2	4	6	10	18	25	30
1	18,0	17,6	16,4	15,8	10,6	10,2	10,2
2	19,0	17,8	17,0	15,2	11,4	10,8	9,8
3	17,8	17,6	17,0	16,2	11,0	10,0	9,8
4	17,6	17,0	16,2	15,4	11,2	10,2	9,6
5	18,2	18,0	16,4	15,0	10,8	10,2	10,0
6	18,2	17,6	17,0	15,6	10,6	10,6	9,2
7	19,4	18,2	17,2	17,0	11,0	10,2	9,4

cy uzyskać temperatury na poziomie 5-13°C. W rejonie Noennburga przeprowadzono próby składowania pszenicy na podobnym składowisku przy warstwie o wysokości 5 metrów. Zdołano osiągnąć zadowalający wynik, gdyż w 15 składowiskach na 18 badanych osiągnięto w grudniu obniżenie temperatury poniżej 10°C. Uzyskanie tak zadowalających wyników obniżenia temperatury ziarna podczas wietrzenia powietrzem atmosferycznym skłania do próby zastosowania do tego celu powietrza ochłodzonego, szczególnie w tym okresie, gdy temperatura otoczenia jest wysoka (miesiące letnie).

Szerokie badania na ten temat prowadzone są w Stanach Zjednoczonych. Źródła Amerykańskie [2, 17] podają, że zastosowanie prze-

ochowywania w stanie ochłodzonym oraz suszenie w niskich temperaturach wymaga schładzania ziarna bezpośrednio po zbiorze, co zwiększa okres czasu bezpiecznego przechowywania. Głównym zadaniem początkowego ochładzania jest obniżenie temperatury masy nasion. Przepływ powietrza wg Shove [15] powinien być utrzymany na poziomie $4,2-4,3 \text{ m}^3/\text{th}$.

Urządzenie chłodnicze zastosowane do chłodzenia powietrza podczas utrzymywania ziarna w niskich temperaturach powinno mieć wydajność ściśle uzależnioną od ilości ciepła jaką należy odprowadzić od składowanej masy ziarna. Należy przy tym uwzględnić czynniki powodujące wzrost temperatury, którymi są:

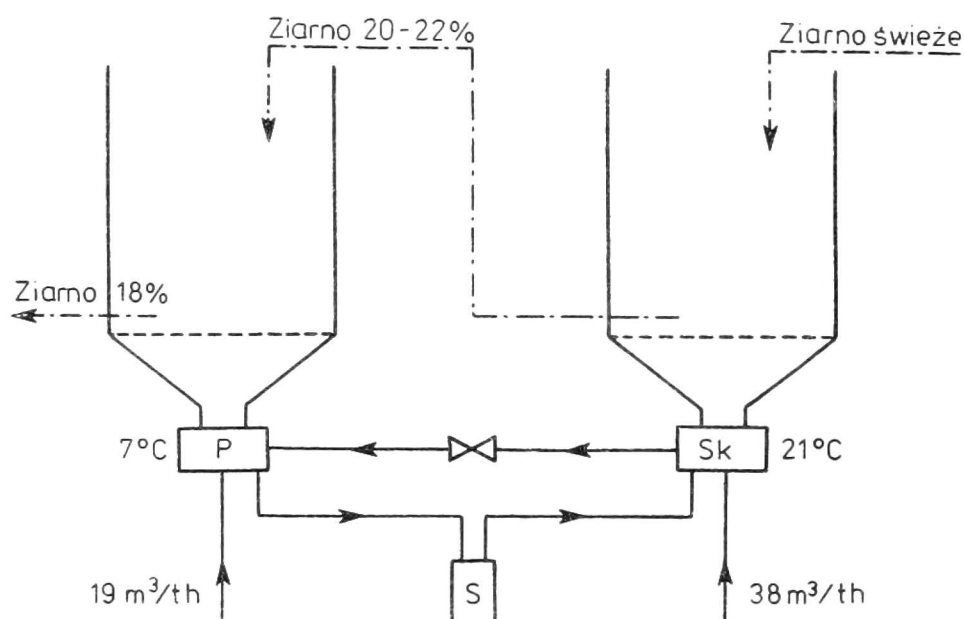
- przenikanie ciepła przez ściany, stropy i podłogę magazynu, gdy temperatura otoczenia jest wyższa od temperatury wnętrza magazynu,

- ciepło promieniowania słonecznego,
- ciepło powstałe podczas oddychania ziarna i procesów życiowych mikroflory.

Oddychanie nasion i aktywność mikroflory są ograniczone w niskiej temperaturze, więc to źródło ciepła będzie miało niewielki wpływ tak długo, jak długo utrzymywany będzie odpowiedni poziom temperatury. Zmniejszenie ilości ciepła przenikającego do wnętrza magazynu uzyskać można poprzez zastosowanie izolacji ciepłochronnej. W procesie przechowywania nasion w obniżonej temperaturze osiągnąć można również pewien stopień osuszenia.

B. Riemann [14] podaje, że powietrze podczas ochładzania osiąga punkt rosy i traci pewną ilość wilgoci. Przy ponownym ogrzaniu w warstwie nasion obniża się wilgotność względna powietrza i zwiększa jego chłonność. Wilgotność względna powietrza osiąga poziom 40-50%. W wyniku tego przewietrzanie warstwy nasion ochłodzonym powietrzem powoduje zmniejszenie się wilgotności ziarna o 0,5% dziennie. Oprócz tego osiąga się wyrównanie wilgotności w całej masie nasion, co jest korzystne przy późniejszym przechowywaniu. Badania procesu suszenia ziarna kukurydzy zimnym powietrzem prowadzone były na Uniwersytecie w Wisconsin w USA [2]. W wyniku eksperymentów stwierdzono, że kukurydza o wilgotności 27% może być suszona przy niskich temperaturach rzędu $0-5^{\circ}\text{C}$, gdy zapewni się przepływ powietrza od 2,6 do $3,7 \text{ m}^3/\text{h}$ na 1 m^3 ziarna. Suszenie kukurydzy o wilgotności 30% wymaga przepływu powietrza w ilości $5,1-6,0 \text{ m}^3/\text{h m}^3$. Warunki te gwarantują osiągnięcie wilgotności nasion rzędu 14,2-15,3% w okresie 66 dni. W wyniku badań prowa-

dzonych przez Uniwersytety w Illinois i w Texasie oraz na podstawie badań własnych firma Alcoa Aluminium Company (USA) opracowała prototyp urządzenia do przechowywania ziarna w obniżonych temperaturach [6, 17] (rys. 4).



Rys. 4. Schemat urządzenia do przechowywania ziarna w obniżonych temperaturach (Shove)

Urządzenie to składa się z dwóch zasobników, z których jeden jest chłodzony (magazynowy), a drugi jest zasobnikiem suszącym. Do zasobnika chłodzonego tłoczony jest powietrze o temperaturze 7°C z wydajnością 19 m³/ht. Zasobnik suszący jest również przewietrzany powietrzem, lecz ogrzanym na wężownicach skraplacza agregatu chłodniczego. Wydajność wentylatora wynosi 38 m³/ht. Ziarno o dużej wilgotności jest początkowo umieszczane w zasobniku suszącym przy wilgotności 25-30%. Ciepłe powietrze ogrzane na wężownicy skraplacza i powietrze z otoczenia miesza się w takim stosunku, aby mieszanina uzyskała temperaturę 21°C. Gdy wilgotność ziarna spada do 20-22% jest ono przenoszony do zasobnika chłodzonego, gdzie w długim okresie czasu wilgotność jego spada do poziomu 18%.

Według uzyskanych wyników badań przeprowadzonych na opisywanym urządzeniu ziarno można w ten sposób przechowywać przez okres 1 roku bez żadnych zmian jego jakości pomimo wysokiej wilgotności. W Niemieckiej Republice Demokratycznej skonstruowano i wyprodukowano serię informacyjną chłodni zbożowej typu G-100 (7, 8). Chłodnia ta jest agregatem, który zassane z zewnątrz powietrze schładza i wtłacza przez przewód giętki do silosu, spichrza płaskiego lub pryzmy znajdującej się na otwartej przestrzeni.

Wentylator tłoczący powietrze ma wydajność $3000 \text{ m}^3/\text{h}$ przy ciśnieniu na króćcu wylotowym powietrza do $6\ 000 \text{ N}^2$. Agregat ten może schłodzić około 100 ton ziarna w ciągu 24 godzin od temperatury 25°C do 10°C . Wychodzące powietrze ma regulowaną automatycznie temperaturę w zakresie $2\text{--}5^\circ\text{C}$.

Zastosowanie opisywanego agregatu pozwoliło na zmniejszenie tak zwanych "szczytów przyjęciowych" w okresie akcji zniwnej. Okres przechowywania o względnie wysokiej wilgotności 18–19% można wydłużyć w oczekiwaniu na wysuszenie w przeciążonych suszarniach.

W doniesieniach z Republiki Federalnej Niemiec [14] spotkać można opis urządzenia służącego do chłodzenia nasion w magazynach płaskich lub silosach. Składa się ono z agregatu chłodniczego oraz wentylatora promieniowego służącego do tłoczenia ochłodzonego powietrza. Teoretyczna potrzebna wydajność chłodnicza do ochłodzenia 1 t ziarna od 20°C do 10°C przy wilgotności ziarna 20% i temperaturze powietrza otaczającego 25°C wynosi około 240 kcal/h ($1 \text{ cal} = 4,19\text{J}$). Wydajność urządzenia może być dobrana od 25 do 100 t w ciągu doby.

W związku Radzieckim [1] w WIM opracowana została technologia konserwacji wilgotnego ziarna siewnego oraz techniczne warunki jej zastosowania. Powietrze wtłaczane do pojemników zawierających nasiona ochłodzone jest na urządzeniu chłodniczym XMB1-30. Jest to urządzenie freonowe, jednostopniowe, złożone z dwóch niezależnie działających agregatów chłodniczych, z których każdy posiada sprężarkę, kondensator z wentylatorem, filtr osuszający, chłodnicę, zawór, regulację temperatury. Ochłodzone powietrze wtłaczane jest elastycznym przewodem do masy ziarna. Temperatura powietrza na wylocie z chłodnicy utrzymywana jest na poziomie $5\text{--}7^\circ\text{C}$ za pomocą urządzenia termoregulacyjnego. Wydajność urządzenia chłodniczego (przy obniżeniu temperatury ziarna od 25°C do 10°C) wynosi około 100 t na dobę, w ciągu sezonu 2000 ton. Wydajność chłodnicza 37000 kcal/h , wydatek wentylatora $3000 \text{ m}^3/\text{h}$, zainstalowana moc silników 21 kW. W zależności od temperatury powietrza zewnętrznego i koniecznego stopnia ochłodzenia nasion włączać należy jeden lub dwa agregaty. Powietrze podawane jest od dołu i przemieszcza się przez warstwę nasion ku górze. W wentylowanej masie nasion tworzy się strefa ochłodzenia przemieszczająca się stopniowo od dołu do góry zgodnie z kierunkiem przepływu powietrza. Wentylację przerywa się, gdy górna, najbardziej oddalona warstwa

ziarna ochładza się do 10°C . Przy podawaniu $90-100\text{ m}^3$ powietrza na jedną tonę partię ziarna 30 t można ochłodzić w ciągu 8-9 godz. Równomierność ochłodzenia osiąga się w wyniku znacznego oporu grubej warstwy nasion i niewielkiej prędkości przepływu powietrza. Szybkość wychładzania wynosi $1,5-2,5^{\circ}\text{C}$ na godzinę. Po zakończeniu ochłodzenia w danym pojemniku urządzenie przemieszcza się do następnego.

Pomimo zwolnienia procesów fizjologicznych nasion zachodzą one jednak. W wyniku oddychania nasion nagromadzają się produkty przemiany, temperatura masy stopniowo podnosi się. W zależności od wilgotności nasion samozagrzewanie wynosi $0,35-0,8^{\circ}\text{C}$ na dobę. Konieczność ponownego ochłodzenia nasion zachodzi po 3 - 4 tygodniach przechowywania. Po ochłodzeniu i dobrym przechowywaniu nasion ich właściwości siewne nie zmieniają się. Zastosowanie chłodzenia w ciągłych liniach posprzetowej obróbki ziarna siewnego zapewnia obniżenie strat o 1,5 raza. Okresowa areacja suchego ziarna pozwala na równomierny rozkład ciepła i wilgoci oraz zabezpiecza optymalne reżimy przechowywania ziarna wykluczające obniżenie właściwości siewnych nasion. Nie bez znaczenia w zastosowaniu nowych metod prowadzenia procesów technologicznych jest strona ekonomiczna ich wprowadzania. Zagadnieniem tym zajęto się w USA [11] przeprowadzając orientacyjny rachunek zużycia energii.

Zużycie energii w operacjach polowych przy produkcji zbóż jest znaczne (tab. 2), lecz należy zwrócić uwagę na fakt, że

T a b e l a 2

Zużycie paliwa przez maszyny polowe podczas produkcji ziarna

Operacja	Zużycie gazoliny m^3/ha	Ilość energii $\text{kJ}/\text{ha} \cdot 10^3$
Brona talerzowa (zestaw ciężki)	0,50-0,63	66,0-82,8
Orka (gleby ciężkie)	1,40-2,48	190,8-330,0
Brona talerzowa (zestaw lekki)	0,30-0,45	33,6- 60,0
Siew rzędowy	0,07-0,14	9,6- 18,0
Okopywanie	0,08-0,15	10,8- 19,2
Uprawa rzędowa	0,14-0,30	19,2- 39,6
Zbiór kombajnowy	0,53-0,96	70,8-127,2
Ogółem	3,02-5,00	400,8-676,8

w procesach suszenia ziarna zużywa się dwa do trzech razy więcej energii niż we wszystkich pozostałych procesach polowych (tab. 3, 4).

T a b e l a 3

Zużycie paliwa podczas suszenia ziarna

Maksymalna temperatura suszenia °C	Zużycie oleju opałowego $m^3/t \cdot 10^3$	Zużycie energii $kJ/t \cdot 10^3$
26,7	16,8	1080
60,0	25,2	1620
82,0	28,0	1800

T a b e l a 4

Zużycie energii elektrycznej podczas przechowywania ziarna w obniżonych temperaturach

Operacja	Zużycie energii $kJ/t \cdot 10^3$
Ochładzanie początkowe	72,0
Przechowywanie w okresie 0,5 - 1 roku w stanie ochłodzonym	360-1080
Suszenie nieogrzany powietrzem	216-1080
Suszenie ochłodzonym powietrzem	720-1800
Wietrzenie przez 1 miesiąc przy przepływie powietrza 4,2 - 4,3 m^3/th	36-72

Głównym źródłem energii do ogrzewania powietrza są paliwa kopalne. Ekonomicznie trudno jest energii elektrycznej konkurować z kopalniami jako źródłem energii do uzyskania ciepła podczas procesu suszenia.

Przechowywanie ziarna w niskiej temperaturze natomiast, za pomocą ochłodzonego powietrza, może być w całości realizowane przy użyciu energii elektrycznej przy jej dużej dostępności w gospodarstwach rolnych. Ziarno przy tym nie traci swej wartości odżywczej, przetwórczej i biologicznej.

Źródła RFN [14] określają rentowność ochładzania ziarna w porównaniu z suszeniem. Za podstawę porównania służy zakład produkcyjny z rocznym przerobem 1000 t ziarna o przeciętnej wilgotności 18%. Obliczenia przeprowadzone przy tych założeniach wykazują

zysk podczas chłodzenia w porównaniu do suszenia ziarna w wysokości 8,5 tys. marek rocznie. Interesujące rozważania prowadzone są na temat chłodzenia nasion przez Huzzayyina i wsp. [12]. W oparciu o wywody wielu badaczy amerykańskich zbudowali oni model matematyczny do wyznaczania wilgotności temperatury kukurydzy składowanej w warstwie nieruchomej, przedmuchiwanej powietrzem o znanych parametrach początkowych.

Model ten umożliwia obliczenie temperatury oraz wilgotności zarówno kukurydzy jak i powietrza w dowolnym punkcie warstwy w procesie nieustalonej wymiany ciepła i masy. Model opiera się na bilansie ciepła i masy oraz uwzględnia termofizyczne cechy kukurydzy. Podano formułę opisującą generację ciepła w kukurydzy z oddychania i wzrostu wilgotności w zakresie temperatur 30-120°F i wilgotności ziarna 15-30%.

Porównanie danych eksperymentalnych z obliczonymi według modelu matematycznego dało zadowalające wyniki. Podobnym zagadnieniem zajął się badacz francuski Bournas [3] próbując określić zależność temperatury ziarna od czasu i wysokości umieszczania w komorze o wentylacji pionowej powietrzem o stałej temperaturze i prędkości przepływu. Autor przytacza uzyskane teoretycznie zależności matematyczne oraz wskazuje na możliwości ich praktycznego zastosowania. Przytoczony powyżej przegląd opracowań i badań nad zastosowaniem chłodzenia do wstępnej konserwacji nasion bezpośrednio po zbiorze wskazuje, że zagadnienie to jest godne uwagi. Na terenie Polski metoda ta nie znajduje, jak dotychczas, zastosowania. Istnieją realne możliwości zaadaptowania jej do naszych warunków. Obecnie prowadzone są badania na ten temat w Akademii Rolniczo-Technicznej w Olsztynie.

LITERATURA

1. Aniskin W. I.: *Primenenie choloda pri posleuborčnoj obrobotke i chronenii semjan. Selek. Semenov.* 1974 nr 6.
2. Bartsch I. A., Finner M. F.: *A low temperature grain drying experiment in a artificially reproduced environment Trans ASAE* 1976. vol. 19 nr 2.
3. Bournas L.: *Etude mathematique du refroidissement par ventilation d'une cellule de grains. Bull. Inf. CNEEMA* 1973 nr 189.
4. Bulsiewicz T., Gąsiorowski H.: *Przechowywanie mokrego ziarna. Przegląd Zbożowo-Młynarski* 1973 nr 6.
5. Bulsiewicz T.: *Magazynowanie ziarna zbóż, nasion strączkowych i oleistych. WNT W-wa* 1975.
6. *Chlazení zlepšuje kvalitu zrna. Mlynsko-Pekarenský Průmysl* 1974 nr 6.

7. Chłodnia zbożowa G-100. Dokumentacja techniczno-ruchowa. VEB Kombinat Luft - und Kaltechnik Zwickau.
8. Gładkowski A.: Ochładzanie powietrzem wilgotnego ziarna Przegląd Zbożowo-Młynarski 1973 nr 7.
9. Halt O.: Lagerwirtschaftler erzielen Kuheffekt in Stutzwandfreilagern, Gefreidewirtschaft 1976 nr 8.
10. Horubała A.: Podstawy przechowalnictwa żywności, PWN Warszawa 1975.
11. Hunt D.: Farm Power and Machinery Management Iowa State University Press, Ames 1968.
12. Huzzayyin A. S., Hodges T. O., Miller P. L.: Unsteady-State cooling of high moisture corn. Trans ASAE 1973 vol. 16 nr 4.
13. Pabis S.: Suszenie płodów rolnych PWRiL, Warszawa 1965.
14. Riemann V.: Verfahren der Körnerkühlung Landtechnik 1973 nr 8.
15. Saul R. A.: Deterioration rate of moist shelled corn at low temperatures, ASAE Paper 1970 nr 70-302.
16. Saul R. A., Lind F.: Maximum time for save drying of grain with unheated air. Trans ASAE 1958 nr 1.
17. Shove G.: Potential energy use in low temperature grain conditioning, Trans ASAE 1970 vol. 13 nr 1.
18. Sielaff P., Pohler H.: Qualitätserhaltung von Getreide und grosskörnigen Leguminosen durch vorkonservierung und Belüftungstrocknung Saat - und Pflanzgut 1973 nr 7.

Зенон Катэвич, Михал Клэмбуковски

ВОЗЗРЕНИЯ В ВОЗМОЖНОСТИ ПРИМЕНЕНИЯ
МЕТОДА ОХЛАЖДЕНИЯ ДЛЯ ВСТУПИТЕЛЬНОЙ КОНСЕРВАЦИИ СЕМЯН

Р е з ю м е

Представлено воззрения о возможности применения метода охлаждения для вступительной консервации семян злаков и зерновки кукурузы.

Представлено теоретические рассуждения касающиеся проблемы и примеры технических решений применяемых за рубежом.

Zenon Katewicz, Michał Klębukowski

POSSIBILITIES OF REFRIGERATION METHOD USING FOR PRELIMINARY
PRESERVATION OF GRAIN

S u m m a r y

Opinions on the possibility of using refrigeration method for preliminary preservation of grain and maize seeds have been presented in the paper. Theoretical considerations of the problem have been showed as well as some practical applications of technical solutions.