

PRZECHOWYWANIE ZIEMNIAKÓW JADALNYCH W PALETACH SKRZYNIOWYCH

STORAGE OF TABLE POTATOES IN THE PALETTE CRATES

dr hab. Zbigniew Czerko prof. nadzw. em.
IHAR-PIB Oddział w Jadwisinie, 05-140 Serock
e-mail: z.czerko@ihar.edu.pl

Streszczenie

Zalety przechowywania ziemniaków jadalnych w paletach: większa sprawność organizacyjna w przypadku skupu i składowania różnych partii ziemniaków, łatwiejszy dostęp do określonych partii podczas przechowywania, ułatwiona kontrola składowanych ziemniaków, ograniczenie rozwoju ognisk gnilnych do pojedynczych palet. Wadą są wyższe koszty, związane z wyposażeniem w palety oraz mocną posadzkę betonową wymaganą do transportu palet. Natomiast w przechowalniach paletowych tańsze są ściany, gdyż nie jest potrzebna dodatkowa konstrukcja przenosząca napór ziemniaków. W Polsce popularniejsze są przechowalnie z systemem wentylacji opływowej. Podstawowe parametry techniczne opływowego systemu wentylacyjnego: wysokość składowania: 3-6 palet o pojemności 500-1500 kg, budowa palety: ażurowe boki i podłoga, ustawienie palet: w odstępach co 10 cm, wydajność wentylatora: $120 \text{ m}^3 \cdot \text{h}^{-1} \cdot \text{t}^{-1}$, spręż wentylatora: 150 Pa, prędkość przepływu powietrza przez czerpnię i wyrzutnię: $5 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$.

Słowa kluczowe: mechanizacja, typy przechowalni, uszkodzenia, wentylacja, ziemniak

Abstract

The advantages of storing potatoes in pallets: greater organizational efficiency for the purchase and storage of different batches of potatoes, easier access to specific batches during storage, easier control of stored potatoes, limiting the development of diseases to individual pallets. A disadvantage is a higher cost associated with equipping with the pallets and strong concrete floor required for transporting pallets. However, in the pallet storages walls are less expensive because they do not need additional construction. In Poland, more popular are storages with overflow ventilation system. Basic technical parameters of the overflow ventilation system: the height of storage: 3-6 pallets with a capacity of 500-1500 kg, the construction of pallets: openwork sides and floor, setting the palette: at a distance of 10 cm, the capacity of the fan: $120 \text{ m}^3 \cdot \text{h}^{-1} \cdot \text{t}^{-1}$, the fan static pressure: 150 Pa, the air velocity through the intakes and launchers $5 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$.

Keywords: mechanization, potatoes, types of storage, ventilation

Prowadzenie sprzedaży ziemniaków sadzeniaków w okresie od zbioru do marca, jadalnych do maja i przeznaczonych dla przetwórstwa spożywczego do lipca wymaga posiadania przechowalni. Duża konkurencja na rynku wymusza starania, aby ziemniaki zachowywały wysoką jakość przez cały okres przechowywania. Można to osiągnąć, przechowując ziemniaki w nowoczesnej przechowalni. Taki budynek powinien być dobrze izolowany i wyposażony w efektywny system wentylacji oraz maszyny do załadunku i obróbki ziemniaków.

Jednak wybudowanie nowoczesnej przechowalni nie daje jeszcze gwarancji polepszenia jakości ziemniaków. Należy również

doskonalić technologię w celu utrzymania najkorzystniejszych warunków termiczno-wilgotnościowych i stosować maszyny do obróbki minimalizujące uszkodzenia bulw.

Budowane są przechowalnie dwóch zasadniczych typów: o składowaniu w pryzmach i w paletach skrzyniowych. Każdy z nich ma swoje wady i zalety związane z kosztem budowy, łatwością eksploatacji i wielkością ponoszonych strat ziemniaków (Czerko 2010a). Można przyjąć, że w Polsce tyle samo ziemniaków jadalnych jest przechowywanych w pryzmach co w paletach.

Przechowywanie ziemniaków jadalnych w paletach skrzyniowych ma następujące zalety w porównaniu ze składowaniem w przy-

zmach (fot. 1):

- większa sprawność organizacyjna w przypadku skupu i składowania różnych partii ziemniaków,
- łatwiejszy dostęp do określonych partii podczas przechowywania,
- ułatwiona kontrola przechowywanych ziemniaków,
- ograniczenie rozwoju ognisk gnilnych do określonych palet.

Jednak składowanie w paletach ma tę wadę, że jego koszty, związane z wyposażeniem w palety, są wyższe. Czynnikiem zwiększającym koszty jest mocna posadzka betonowa wymagana do transportu palet, która przy składowaniu luzem może być zastąpiona ubitą gliną lub podłożem ziemnym. Natomiast w przechowalniach paletowych tańsze są ściany, gdyż nie jest potrzebna dodatkowa konstrukcja przenosząca napór ziemniaków, jaki występuje w przypadku składowania luzem.



Fot. 1. Palety skrzyniowe stosowane w przechowalni w oddziale IHAR-PIB w Jadwisinie (fot. autora)

Struktura przechowalni

Struktura przestrzenna projektowanej przechowalni musi uwzględniać cały program technologiczny obiektu. Składać się ona będzie z następujących pomieszczeń: składowania, obróbki, przyjęcia i ekspedycji. W dużych przechowalniach należy przewidzieć pomieszczenia socjalne i pomocnicze.

Powierzchnia oraz kubatura składowa przechowalni jest uzależniona od przewidywanej ilości ziemniaków. W przechowalniach z paletami ziemniaki składowane są w komorach, spiętrzając 3 do 6 palet, każda o pojemności od 500 do 1500 kg.

Obróbka ziemniaków odbywa się w sortowni, która powinna pomieścić zestaw sortowniczo-obróbczy, posiadać dobrą komunikację między pomieszczeniami składowymi oraz umożliwić ekspedycję przygotowanego towaru. Wielkość sortowni zależy od wydajności linii obróbczej oraz zakresu przygotowania ziemniaków: sortowanie, szczotkowanie, mycie, workowanie, pakowanie. W sortowni temperatura powinna wynosić powyżej 10°C, a oświetlenie nad stołami selekcyjnymi 120 luksów.

Nowoczesne duże przechowalnie mają najczęściej ściany z płyt warstwowych. W przechowalniach gospodarczych (mniejszych) nadal wykorzystywane są ściany dwuwarstwowe składające się z warstwy ceramicznej izolowanej od strony zewnętrznej styropianem. Ściany powinny charakteryzować się odpowiednią izolacyjnością. Grubość izolacji termicznej ścian, stropu i fundamentu w przechowalni powinna być wyliczona indywidualnie dla każdego obiektu. Współczynnik przenikania ciepła U ($W \cdot m^{-2} \cdot K^{-1}$) w praktyce przechowalniczej dla ścian zewnętrznych wynosi 0,30-0,35, a dla stropów 0,20-0,25.

Elementy systemu wentylacji

Ziemniaki w paletach skrzyniowych mogą być wietrzone metodą opływową lub przepływową. Wietrzenie metodą przepływową ma pewne zalety, szczególnie podczas osuszania bulw, zapewnia też bardziej wyrównaną temperaturę w przechowalni. Dużą popularność system przepływowy zyskał w Holandii, gdzie zbiór ziemniaków często w wilgotnych warunkach wymaga intensywnej wentylacji osuszającej. Wadą tego systemu jest znacznie wyższy koszt jego instalacji. W Polsce popularniejsze są przechowalnie z systemem wentylacji opływowej, w których wykorzystuje się palety skrzyniowe mające szczeliny w podłodze i ściankach. Wielkość palety jest uzależniona od wymiarów przechowalni. W dużych obiektach ze względu na możliwość lepszego manewrowania wózkami widłowymi bardziej ekonomiczne są duże palety, o pojemności 1000-1500 kg.

System wentylacji składa się z zespołu wentylacyjnego, czyli wentylatora, czerpni powietrza zewnętrznego, czerpni powietrza wewnętrznego i rur nadmuchowych, nato-

miast wyrzutnie powietrza są umieszczone w ścianie przechowalni (fot. 2).

Tłoczone z zewnątrz powietrze powinno być zimniejsze o 2-3°C od powietrza w przechowalni, aby dostając się między stopy palet skrzyniowych, opadało aż do posadzki. Intensywna wymiana powietrza zachodzi w warstwie ziemniaków przy ścianie palety, natomiast w warstwie środkowej jest ona minimalna. To powoduje, że w każdej palecie między środkiem a warstwą przyścienną jest różnica temperatur.



Fot. 2. Zespół wentylacyjny z rurami tłoczącymi powietrze nad palety skrzyniowe – przechowalnia IHAR w Jadwisinie

Powietrze z komory przechowalni wypływa przez wyrzutnie, które mogą być umieszczone w różnych miejscach, na ścianie przeciwległej lub przylegającej do zespołu wentylacyjnego. Usytuowanie wyrzutni ma duże znaczenie dla uzyskania równomiernego i całkowitego przewietrzania komory. W przechowalniach długich, ponad 20 m, wskazane jest sytuowanie wyrzutni na ścianie przeciwległej, natomiast w komorach mniejszych, o długości do 15 m – na tej samej ścianie, na której znajduje się zespół wentylacyjny.

Podstawowe parametry techniczne opłowego systemu wentylacyjnego do składowania w paletach skrzyniowych przedstawiają się następująco (Czerko 2004a):

- wysokość składowania: 3-6 palet o pojemności 500-1500 kg,
- budowa palety: ażurowe boki i podłoga,
- ustawienie palet: w odstępnie co 10 cm,
- wydajność wentylatora: $120 \text{ m}^3 \cdot \text{h}^{-1} \cdot \text{t}^{-1}$,
- spręż wentylatora: 150 Pa,
- prędkość przepływu powietrza przez czerpnię i wyrzutnie: $5 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$.

Sterowanie systemem wentylacji

Każda nowoczesna przechowalnia jest wyposażona w system wentylacji umożliwiający wietrzenie powietrzem zewnętrznym, mieszanym i wewnętrznym. Powietrzem zewnętrznym wietrzy się w celu schłodzenia bulw. Powietrze zewnętrzne powinno mieć temperaturę niższą niż temperatura ziemniaków, jednak nie niższą niż 1°C.

Powietrzem mieszanym wietrzy się, kiedy na zewnątrz temperatura jest za niska i bezpośredni napływ powietrza na ziemniaki mogłoby je przechłodzić. Temperatura zmieszanego powietrza za wentylatorem powinna być o 2-3°C niższa od temperatury ziemniaków w palecie (Czerko 2004b, 2010b).

Powietrzem wewnętrznym wietrzy się w celu wyrównania temperatury w pryzmie oraz likwidacji skroplin wody na ścianach i suficie przechowalni.

Sterowanie systemem wietrzenia w dużej mierze decyduje o dobrym przechowywaniu. W zakres sterowania wentylacją wchodzi czynności związane z załączaniem wentylatora i otwieraniem klap. Mogą być one wykonywane ręcznie, a także w sposób częściowo lub całkowicie zautomatyzowany.

Sterowanie ręczne wymaga następujących czynności:

- odczytanie temperatury i wilgotności na zainstalowanych termometrach,
- przeanalizowanie temperatury w przechowalni i na zewnątrz i powzięcie decyzji o sposobie wykorzystania obiegu wentylacji,
- otwarcie klap,
- włączenie wentylatorów,
- analizowanie zmian temperatury podczas wietrzenia,
- wyłączenie wentylatorów i zamknięcie klap po uzyskaniu wymaganej temperatury w przechowalni,
- dalsza obserwacja zmian temperatury (co kilka godzin).

Jak widać, przy sterowaniu ręcznym tych czynności jest wiele, a ponadto jest konieczne śledzenie temperatury i wilgotności zewnętrznej oraz podejmowanie odpowiedniej decyzji co do wentylacji. Pomocne przy tym mogą być najprostsze zegarowe systemy sterujące, na których można ustawić odpowiedni przedział czasowy, w którym powinny być załączone wentylatory. Nowoczesne przechowalnie są wyposażane w mikropro-

cesorowe sterowniki, które automatycznie załączają wentylatory, otwierają kłapy wentylacyjne i maksymalnie wykorzystują warunki zewnętrzne do wentylacji.

Sterowniki zaawansowane współpracują najczęściej z komputerem PC, umożliwiając sterowanie z centrali za pomocą łącza z przechowalnią. Zakres pomiaru i sterowania jest maksymalnie szeroki.

W najnowocześniejszych przechowalniach stosowane są dodatkowo czujniki kondensacji wody oraz stężenia CO₂. Dane z czujników umożliwiają ręczne lub automatyczne sterowanie wentylacją.

Typowy zaawansowany sterownik ma następujące programy:

- osuszanie ziemniaków przy wykorzystaniu powietrza zewnętrznego oraz nagrzewnicy,
- schładzanie pryzmy przy wykorzystaniu chłodnego powietrza zewnętrznego lub chłodzenia mechanicznego,
- utrzymywanie stałej temperatury w czasie przechowywania z wykorzystaniem powietrza zewnętrznego, mieszanego, a także sztucznie chłodzonego,
- sterowanie nawilżaniem wentylowanego powietrza,
- regulowanie stężenia CO₂ w przechowalni.

Pomieszczenia chłodnicze

Określona masa ziemniaków jadalnych przechowywanych w ciepłym okresie (np. w kwietniu, maju, ewentualnie w czerwcu) ze względu na wysoką temperaturę zewnętrzną powinna być przechowywana w chłodniach. Chłodnia jest wyposażona w agregat chłodniczy i ma odpowiednią izolację termiczną oraz paroizolację ścian. Agregat chłodniczy składa się z podstawowych elementów, takich jak: sprężarka, zawór rozprężny, parownik umieszczony w komorze, skraplacz i czynnik chłodniczy. Wydajność agregatów chłodniczych dobiera się na podstawie bilansu cieplnego chłodni. Komory chłodnicze mogą być budowane z płyt warstwowych wypełnionych poliuretanem lub styropianem. Ściany ceramiczne mogą być od wewnątrz natryskiwane poliuretanem. Nie poleca się używania wełny mineralnej czy waty szklanej ze względu na możliwość zawilgocenia i utraty właściwości izolacyjnej. Typowe

wartości współczynnika przenikania ciepła w chłodniach są niższe niż w przechowalni i zwykle wynoszą: dla ścian zewnętrznych $U = 0,25$, dla stropu $U = 0,20$, a dla posadzki $U = 0,50$ ($W \cdot m^{-2} \cdot K^{-1}$). Paroizolacja ogranicza przenikanie wilgoci z wewnątrz do materiału izolacyjnego. Szczelnie połączone płyty warstwowe i natryskiwany poliuretan nie wymagają dodatkowej paroizolacji. Drzwi do komór chłodniczych powinny być szczelne, mieć dobrą izolację termiczną i paroizolację z ograniczeniem mostków cieplnych. Stosuje się głównie drzwi przesuwane i skrzydłowe.

Nawilżanie

W celu ograniczenia ubytków naturalnych powinny być stosowane urządzenia nawilżające podnoszące wilgotność powietrza w przechowalni, szczególnie w okresach występowania niższej wilgotności powietrza atmosferycznego (Czerko 2007). Najczęściej stosowane nawilżacze należą do trzech grup urządzeń: odśrodkowe, ciśnieniowe i nawilżające filtrem membranowym. W nawilżaczu odśrodkowym woda jest mikronizowana i za pomocą tarcz obrotowych rozpylana siłą odśrodkową. W ciśnieniowym woda rozpylana jest pod wysokim ciśnieniem za pomocą odpowiednich dysz. W trzecim przypadku woda przepływa przez membranę i utrzymuje ją w stanie nawilżenia, a tłoczone powietrze nawilża się, przepływając przez membranę. W przechowalniach o składowaniu w paletach skrzyniowych najczęściej używane są dysze ciśnieniowe. Sztuczne nawilżanie wentylowanego powietrza jest w stanie podnieść wilgotność względną o 3-7%.

Załadunek przechowalni

Zbiór ziemniaków do palet skrzyniowych bezpośrednio w polu powinien być przeprowadzony bardzo ostrożnie, aby maksymalnie ograniczyć uszkodzenia mechaniczne w czasie przeładunku ziemniaków z kombajnu do palet (Czerko 2012, Grudzińska i in. 2015). Ziemniaki dostarczane bezpośrednio do przechowalni muszą być przede wszystkim zdrowe, a ich obróbka powinna być wykonana przynajmniej po okresie gojenia trwającym 2-3 tygodnie (Bernat 2012, Czerko 2013). Do ustawiania palet skrzyniowych w przechowalni wykorzystuje się podnośnik

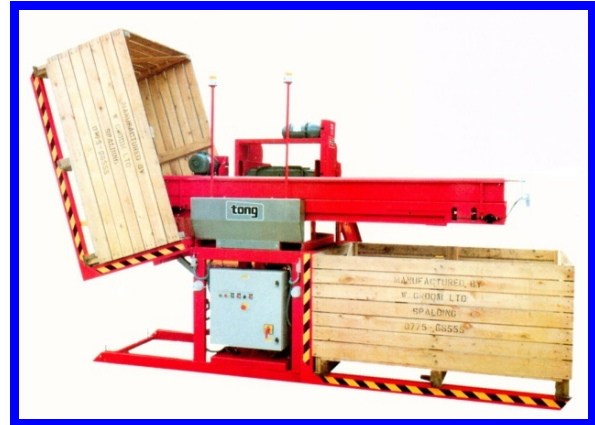
widłowy. Wózki podnośnikowe operujące w przechowalni powinny mieć napęd elektryczny lub gazowy.

Dostarczanie ziemniaków luzem do przechowalni o składowaniu w paletach wymaga użycia zestawu maszyn składającego się z zasobnika dozującego (kosza przyjęciowego), przenośników, odsiewacza zanieczyszczeń, zasypnicy palet i podnośnika widłowego (fot. 3). Podczas jesiennego napełniania przechowalni ziemniaki mogą być frakcjonowane (np. na sadzeniaki i jadalne) lub tylko oddzielane od zanieczyszczeń, a następnie zasypywane do palet.



Fot. 3. Rozładunek przyczepy na kosz przyjęciowy, segregacja ziemniaków na dwie frakcje i napełnianie palet skrzyniowych na placu przed przechowalnią IHAR w Jadwisinie

Palety skrzyniowe napełniane są przez przenośniki taśmowe i specjalne zasypnice palet, umożliwiające zachowanie minimalnych spadków bulw w celu ograniczenia uszkodzeń mechanicznych (fot. 4). We wszystkich zautomatyzowanych zasypticach palet utrzymywana jest stała wysokość spadku ziemniaków z wykorzystaniem sterowania automatycznego, najczęściej czujnika fotokomórki (Czerko 2009).



Fot. 4. Zasypnica palet skrzyniowych z małym spadkiem ograniczającym uszkodzenia mechaniczne bulw, firma Tong

Ograniczenie uszkodzeń mechanicznych bulw w przechowalni można osiągnąć przez:

- zredukowanie do minimum liczby maszyn do załadunku i rozładunku przechowalni;
- ograniczenie spadków między maszynami do 30 cm i zastosowanie otuliny gumowej w miejscach uderzeń bulw na maszynie;
- obróbkę ziemniaków (sortowanie, pakowanie) po okresie gojenia, tj. po ok. 3 tygodniach od załadunku przechowalni.

Podsumowanie

Prawidłowa technologia przechowywania powinna dążyć do utrzymania niskich strat przechowalniczych, które zależą głównie od temperatury ziemniaków, wilgotności powietrza w przechowalni i intensywności wentylacji (tab. 1).

Tabela 1

Wybrane parametry wpływające na obniżenie strat ziemniaków podczas przechowywania

Parametry przechowywania	Rodzaj strat			
	ubytki naturalne	kiełki	mokra zgnilizna	sucha zgnilizna
Temperatura	W niższej temperaturze mniejsze jest odparowanie wody z bulw oraz mniejsza intensywność oddychania	W wyższej temperaturze kiełkowanie bulw wzrasta. Wahania temperatury także przyspieszają kiełkowanie bulw	W wyższej temperaturze rozwój choroby jest silniejszy	Niższe temperatury ograniczają rozwój patogenów w mięszu bulw

Parametry przechowywania	Rodzaj strat			
	ubytki naturalne	kiełki	mokra zgnilizna	sucha zgnilizna
Wilgotność powietrza	Wysoka wilgotność, >90%, istotnie obniża ubytki	Przy maksymalnej wilgotności kiełkowanie jest intensywniejsze	Wysoka wilgotność, zwłaszcza w pierwszym okresie przechowywania, zwiększa rozwój choroby	Przy niższej wilgotności w przechowalni zauważa się większy rozwój suchej zgnilizny
Intensywność wentylacji	Nadmierna wentylacja istotnie zwiększa ubytki	Intensywna wentylacja zmniejsza kiełkowanie bulw	Przewietrzanie przyzmy obniża rozwój chorób bakteryjnych	Intensywny przepływ powietrza zwiększa rozwój choroby

Źródło: opracowanie własne

Literatura

Bernat E. 2012. Występowanie chorób przechowalniczych ziemniaka i ograniczenie ich rozwoju. – Ziemn. Pol. 3: 39-42; **2. Czerko Z. 2004a.** Czynniki wpływające na dobór dawki wentylacyjnej w przechowalniach ziemniaków. – Biul. IHAR 232: 219-225; **3. Czerko Z. 2004b.** Ubytki naturalne ziemniaków w zależności od dawki wentylacyjnej i rodzaju systemu wentylacji. – Biul. IHAR 232: 227-232; **4. Czerko Z. 2007.** Straty podczas przechowywania ziemniaków w przechowalni z nawilżaniem i bez nawilżania. – Biul. IHAR 242: 245-250; **5. Czerko Z. 2009.** Automatyzacja maszyn i urządzeń stosowanych w przechowalniach ziemniaków. – Wieś Jutra 2: 24-26; **6. Czerko Z. 2010a.** Zasady budowy i eksploatacji przechowalni ziemniaków.

IHAR-PIB Oddz. Jadwisin: 68 s.; **7. Czerko Z. 2010b.** Możliwość wykorzystania warunków atmosferycznych do wentylacji naturalnej w przechowalniach ziemniaków. – Biul. IHAR 257/258: 225-236; **8. Czerko Z. 2012.** Urządzenia ograniczające uszkodzenia bulw podczas przeładunku stosowane w maszynach do produkcji ziemniaków. – Ziemn. Pol. 2: 33-39; **9. Czerko Z. 2013.** Ocena trwałości przechowalniczej odmian ziemniaka. – Ziemn. Pol. 2: 46-51; **10. Grudzińska M., Czerko Z., Zgórska K., Borowska-Komenda M. 2015.** Wpływ intensywności ciemnienia enzymatycznego na powstawanie ciemnej plamistości poudzerzowej w zaawansowanych materiałach hodowlanych ziemniaka po długotrwałym przechowywaniu. – Acta Agrophys. 22(2): 129-138