

CZYNNIKI WPŁYWAJĄCE NA JAKOŚĆ ZIEMNIAKÓW PO PRZECHOWANIU I KONFEKCJONOWANIU

dr hab. Zbigniew Czerko, prof. nadzw.
IHAR – PIB, Zakład Przechowalnictwa i Przetwórstwa Ziemniaka w Jadwisinie
05-140 Serock, e-mail: z.czerko@ihar.edu.pl

Streszczenie

Jakość ziemniaków po przejściu długiej drogi od zbioru poprzez przechowywanie i konfekcjonowanie do konsumenta jest obniżona. Decydują o tym głównie uszkodzenia bulw podczas zbioru, załadunku i konfekcjonowania oraz straty przechowalnicze. Najkorzystniejsza do zbioru jest temperatura powyżej 10°C. Wysokość spadku bulw na dno palety, na taśmociąg, na elementy metalowe nie powinna przekraczać 30 cm. W czasie przechowywania zachodzą transpiracja wody z bulw, oddychanie, kiełkowanie oraz zmiany chorobowe. Zmiany biochemiczne dotyczą głównie węglowodanów, witaminy C, związków fenolowych, glikoalkaloidów, związków azotowych, aktywności niektórych enzymów. Mogą się ujawnić zaraza ziemniaka, mokra i sucha zgnilizna bulw oraz alternarioza. Ziemniaki konfekcjonowane powinny być chronione przed uszkodzeniami mechanicznymi, silnym oświetleniem, a myte przed zapakowaniem w siatki lub torby powinny być dobrze osuszone.

Słowa kluczowe: jakość, przechowywanie, uszkodzenia, ziemniak

Ocena jakościowa produktu najczęściej jest rozpatrywana w układzie relatywnym, czyli w jakim stopniu nastąpiły zmiany w ocenie wartości użytkowej. Zwykle z upływem czasu następuje spadek wartości użytkowej produktu. Podobnie dzieje się z ziemniakami, kiedy przejdą długą drogę od zbioru do konsumenta. Głównymi czynnikami pogarszającymi ich jakość są:

- zbiór – zwiększa uszkodzenia mechaniczne bulw;
- załadunek przechowalni – zwiększa uszkodzenia;
- przechowywanie – powoduje straty przechowalnicze i obniża wartość odżywczą;
- rozładunek i konfekcjonowanie – zwiększa uszkodzenia, ujawnia zazielenienia i wady skórki.

Zbiór i załadunek przechowalni

Zbiór ma istotny wpływ na bezpośrednią jakość bulw, a poprzez wpływ uszkodzeń mechanicznych na straty podczas przechowywania także na jakość po przechowaniu (Czerko i in. 1985, Jabłoński 2008, Krzyszto-

fik i in. 2006, Marks 2009).

Odporność odmian na uszkodzenia mechaniczne jest mocno zróżnicowana. Duży wpływ na uszkodzenia ma wielkość bulw i ich kształt; bulwy duże i podłużne uszkadzają się bardziej niż okrągłe. Do długiego przechowywania nadają się tylko ziemniaki dojrzałe. Zebrane i złożone do przechowalni bulwy niedojrzałe intensywnie parują i oddychają, a pryzma ma tendencję do zagrzewania się. Ponadto na każdym etapie załadunku powstają dodatkowe uszkodzenia.

W czasie zbioru bardzo ważnym czynnikiem jest pogoda. Niska temperatura i wilgotna gleba sprzyjają wzrostowi uszkodzeń bulw. Zawilgocone bulwy wymagają intensywnej wentylacji w przechowalni, aby ograniczyć gnicie. Najkorzystniejsza do zbioru jest temperatura powyżej 10°C. Spadek temperatury np. z 10 do 5°C powoduje 2-krotny wzrost uszkodzeń mechanicznych (Prośba-Białczyk, Szyrka 2010).

Na wielkość uszkodzeń wpływa także eksploatacja kombajnu, a szczególnie regulacja głębokości lemiesza. Dzięki właściwemu ustawieniu wytrząsacza przenośnika do

separacji gleby przemieszczająca się ziemia powinna zapewnić bulwom amortyzację. Działanie wytrząsacza powinno być bardziej intensywne, kiedy ziemia dochodzi już do końca przenośnika. Kombajn powinien być wyposażony w elementy amortyzujące na przenośnikach i na dnie zbiornika. Kombajny z systemem ładującym powinny być wyposażone w system przenośników łamanych, które ograniczają spadek bulw do 30-50 cm (na ziemniaki do 60 cm).

Po zbiorze następuje transport i rozładunek przyczep z ziemniakami na maszyny przyjęciowe w przechowalni. Zestaw maszyn do usypywania ziemniaków luzem składa się z zasobnika dozującego, odsiewacza zanieczyszczeń, przenośników transportujących bulwy wewnątrz przechowalni oraz pryzmownika. Istotnym czynnikiem ograniczającym uszkodzenia mechaniczne na linii przeładunkowej jest skrócenie tej linii oraz zminimalizowanie wysokości spadku. W miejscach spadku ziemniaków powinny być zastosowane materiały amortyzujące uderzenia. Podczas usypywania pryzmy, a także zasypywania palet skrzyniowych szczególnie ważne jest utrzymywanie stałej i małej wysokości spadku bulw. Wysokość spadku bulw na dno palety, na taśmociąg, na elementy metalowe nie powinna przekraczać 30 cm, większa wysokość – 50-60 cm – może być przy spadku na bulwy. Dużo uszkodzeń powstaje podczas staczania się bulw z usypywanej pryzmy, dlatego powinna być ona usypywana metodą tarasową składającą się z 4 warstw (Czerko 2012).

Przechowywanie

Po napełnieniu przechowalni właściwe warunki temperatury, wilgotności i przewietrzania umożliwiają zachowanie wysokiej jakości bulw przez kilka miesięcy. Podczas wzrostu roślin ziemniaka, a także później, w czasie zbioru i przechowywania, w bulwach zachodzą procesy fizjologiczne i biochemiczne, których nie zatrzymają nawet najkorzystniejsze warunki przechowywania. Z różną intensywnością następuje transpiracja wody z bulwy, oddychanie, kiełkowanie oraz zmiany chorobowe. Natomiast zmiany biochemiczne dotyczą przede wszystkim węglowodanów, witaminy C, związków fenolowych, glikoalkaloidów, związków azotowych, aktywności

niektórych enzymów oraz przepuszczalności błon komórkowych.

Oddychanie bulw polega na utlenianiu, przy udziale tlenu z atmosfery, węglowodanów oraz wydzielaniu dwutlenku węgla, wody i energii cieplnej. Największa intensywność oddychania występuje bezpośrednio po zbiorze (Frydecka-Mazurczyk 1978). Według badań IHAR intensywność oddychania (średnia z 29 badanych odmian) w pierwszym miesiącu przechowywania jest 2-krotnie wyższa niż w następnych 5 miesiącach. W okresie przechowalniczym głównie temperatura decyduje o intensywności oddychania. Najslabiej oddychają bulwy w temperaturze 4-6°C.

Ubytki naturalne w wyniku oddychania bulw stanowią małą wartość i wynoszą ok. 1,0%. Podczas oddychania wydzielają się CO₂ i ciepło, które powinno być odprowadzane na zewnątrz. Z badań wynika, że następstwem zwiększenia zawartości glukozy i fruktozy w bulwach przechowywanych w atmosferze o podwyższonym stężeniu CO₂ jest pogorszenie barwy produktów smażonych (Czerko, Zgórska 2006).

Transpiracja wody z bulw jest procesem fizycznym, który zachodzi na całej powierzchni bulwy podczas całego okresu przechowywania. Ubytki wody z bulw przyczyniają się do strat masy i zmian jakości – bulwy stają się pomarszczone, gąbczaste, nekrozy pouszkodzeniowe powiększają się, zaznacza się skłonność do powstawania ciemnych plam fizjologicznych. Intensywność transpiracji zależy od odmiany, stopnia skorkowacenia perydermy i zagojenia ran. W przechowalni czynnikami zmniejszającymi transpirację są: niska temperatura, wysoka wilgotność oraz ograniczona wentylacja.

Odmiany, głównie z powodu różnic budowy anatomicznej perydermy, mogą mieć zróżnicowane ubytki, nawet od 4 do 10% w ciągu 6 miesięcy przechowywania. Te różnice ubytków mogą być zniwelowane wysoką wilgotnością względną powietrza w przechowalni, a dokładniej określając – niskim niedosytem wilgotności, wynoszącym poniżej 1 hPa (Czerko 2008).

Po zbiorze ziemniaki nie są całkowicie dojrzałe i w tym okresie transpiracja jest największa, jak również w końcowej fazie

przechowywania, kiedy następuje intensywny wzrost kielków.

Bulwy uszkodzone wykazują duże straty wody, nawet 3-5 razy większe w porównaniu z bulwami nieuszkodzonymi. Zjawisko to występuje szczególnie podczas zbioru i załadunku przechowalni. Podczas rozładunku, który zwykle odbywa się po określonym czasie przechowywania, bulwy są mniej podatne na uszkodzenia mechaniczne (Czerko i in. 1985).

Kielkowanie bulw podczas przechowywania obniża ich jakość, gdyż skrobia szybko przechodzi w cukry rozpuszczalne, a zatem i rosną straty przechowalnicze. Ponadto ziemniaki skielkowane w przymie zakłócają dystrybucję powietrza podczas wentylacji i zwiększają nakłady pracy podczas przygotowywania do sprzedaży.

Temperatura przechowywania ma decydujący wpływ na rozpoczęcie kielkowania i intensywność wzrostu kielków. Przechowywanie ziemniaków w niskich temperaturach wydłuża okres uspienia i ogranicza intensywność wzrostu kielków. Duży wpływ na termin rozpoczęcia kielkowania przechowywanych ziemniaków ma przebieg pogody w okresie wegetacji, szczególnie rozkład opadów. Jeżeli druga część lata jest chłodna i wilgotna, to okres spoczynku znacznie się wydłuża. Średnio bulwy odmian różnej wczesności przechowywane w 3°C rozpoczynają kielkowanie na początku kwietnia, przechowywane w 5°C pod koniec lutego, a w 8°C – na początku stycznia (Czerko 2010).

Zapobiec kielkowaniu można przez zastosowanie chemicznych lub naturalnych inhibitorów hamujących kielkowanie. W praktyce najbardziej efektywne są środki chemiczne oparte na bazie chloroprofamu (CIPC). Środki przeciw kielkowaniu można stosować w czasie załadunku przechowalni lub bezpośrednio na bulwy w okresie przechowywania. W przechowalniach o składowaniu w paletach skrzyniowych korzystniejsza jest aplikacja podczas załadunku, a w dużych przechowalniach o składowaniu luzem – w formie zamglawiania.

Gnicie bulw w okresie przechowywania

Do przechowywania powinny być przeznaczone bulwy dojrzałe i zdrowe. Jednak w czasie składowania mogą ujawnić się choro-

by przechowalnicze powodujące gnicie bulw, do których należą zaraza ziemniaka, mokra i sucha zgnilizna oraz alternarioza (Kuźniewicz 1982). Wieloletnie badania przechowalnicze prowadzone w IHAR pokazują zmienność dynamikę ujawniania się poszczególnych chorób. W pierwszym okresie (do 1 miesiąca) następuje gnicie bulw porażonych przeważnie mokrą zgnilizną i zarazą. W następnych miesiącach gniją ziemniaki porażone suchą zgnilizną oraz mieszaną. Pod koniec sezonu przechowalniczego ujawniają się nekrozy na bulwach porażonych alternariozą. Rozwój poszczególnych chorób jest w dużej mierze uzależniony od warunków w okresie wegetacji, ale utrzymanie odpowiednich warunków termiczno-wilgotnościowych podczas przechowywania może znacznie ograniczyć rozwój poszczególnych chorób.

Zbiór powinien być przeprowadzany w korzystnych warunkach atmosferycznych, szczególnie istotna jest temperatura bulw, która powinna być wyższa niż 10°C. Przy niższej uszkodzenia mechaniczne gwałtownie wzrastają. Wprawdzie lekkie uszkodzenia po kilku dniach zablizniają się, ale głębsze goją się dłużej i w tym czasie może dojść do infekcji patogenami chorobotwórczymi.

Do przechowalni nie mogą trafić ziemniaki złej jakości, tzn. zanieczyszczone, porażone chorobami, głęboko uszkodzone mechanicznie czy niedojrzałe. Dlatego też wszystkie wadliwe bulwy powinny być odrzucone w czasie załadunku, aby uniknąć nadmiernych strat w późniejszym, długotrwałym przechowywaniu.

Tuż po złożeniu ziemniaków do przechowalni należy dążyć do jak najszybszego ich osuszenia. Przez pierwsze 2-5 dób wietrzenie powinno być bardzo intensywne (ciągłe), aby usunąć nadmiar wilgoci, wydzielany przez bulwy dwutlenek węgla i ciepło w procesie oddychania. W ciągu kolejnych 14 dni w temperaturze ok. 15°C, w fazie dojrzewania, następuje zabliznianie uszkodzeń i korkowacenie skórki. Po zakończeniu fazy dojrzewania bulwy powinny być powoli schładzane do temperatury wymaganej w długotrwałym przechowywaniu. Obniżenie temperatury ziemniaków w polskich warunkach klimatycznych można uzyskać w tempie 0,2-0,5°C na dobę (Czerko 2008).

W długotrwałym okresie przechowywania temperatura i wilgotność względna powietrza w przechowalni mają duży wpływ na rozwój chorób. U wielu odmian mniejsze straty wskutek chorób przechowalniczych notuje się w niższej temperaturze. Bardzo wysoka wilgotność, a szczególnie kondensacja wilgoci na skórce, przyczynia się do rozwoju mokrej zgnilizny. Intensywna wentylacja ogranicza jej rozwój, ale stymuluje rozwój zgnilizny suchej.

Duże pogorszenie jakości bulw powoduje rozwój parcha srebrzystego na ich powierzchni. Ograniczeniu rozwoju tej choroby w przechowalni sprzyja osuszenie bulw przed długotrwałym przechowywaniem oraz niedopuszczanie do kondensacji wody na bulwach, szczególnie w okresie dużych mrozów, kiedy następuje szybkie wychładzanie powietrza w przechowalni i przekroczenie punktu rosy. W celu ograniczenia chorób grzybowych podczas załadunku przechowalni można stosować fungicydy. Obecnie może być aplikowany, ale tylko na sadzenia, Fungazil 100 SL w ilości 15 ml/100 kg bulw. Dysze drobno kroplujące powinny być zamontowane na przenośniku będącym w zestawie do usypywania przymy. Fungicyd ogranicza rozwój przede wszystkim parcha srebrzystego i ospowatość bulw. W integrowanej ochronie roślin powinno się wykorzystywać w przechowalnictwie ziemniaków metody niechemiczne.

Zachowanie cech jakości podczas przechowywania

Zawartość suchej masy i skrobi – decyduje o wartości kulinarnej ziemniaków i ich przeznaczeniu na produkty spożywcze. W czasie przechowywania głównymi czynnikami powodującymi zmiany zawartości tych składników są procesy fizjologiczne, takie jak transpiracja i oddychanie oraz przemiany węglowodanów, kiedy skrobia rozkłada się na cukry, które są spalane w procesie oddychania. Powstają ubytki suchej masy i skrobi, które zależą zarówno od odmiany, jak i temperatury przechowywania. Ubytki skrobi po 7 miesiącach wynoszą od 1,6 do 3,4% (Kubicki 1988). Istotnie wyższe notuje się w temperaturze powyżej 6°C.

Poziom sumy cukrów (cukry redukujące plus sacharoza) – decyduje o przydatności

do spożycia. Suma cukrów powyżej 1,0% w świeżej masie jest wyczuwalna jako słodki smak, co psuje wartość ziemniaków.

Wysoka zawartość cukrów redukujących w bulwach ma decydujący wpływ na barwę produktów smażonych. Ciemne produkty są gorzkie, a ich barwa jest niepożądana, ponadto wysoka zawartość tych cukrów wpływa na powstawanie szkodliwych dla zdrowia akrylamidów (Williams 2005). Ziemniaki przeznaczone do produkcji frytek i suszów nie mogą zawierać więcej niż 0,25% cukrów redukujących, natomiast do produkcji chipsów – do 0,15%. Taki poziom cukrów w bulwach można osiągnąć, przechowując je w temperaturze 8-10°C. Zabieg rekondycjonowania, który polega na podwyższeniu temperatury do 15-20°C przez 7 do 14 dni pod koniec przechowywania, może obniżyć ich poziom (Zgórska, Frydecka-Mazurczyk 2002).

Zawartość witaminy C w ziemniakach po zbiorze wynosi średnio 20 mg w 100 g świeżej masy. W czasie przechowywania obserwuje się spadek jej zawartości, który po 7 miesiącach może wynosić 50% (Zgórska, Frydecka-Mazurczyk 1985). Mniejsze ubytki notuje się po przechowaniu bulw w temperaturze 4°C.

Ciemnienie mięszu surowego i po ugotowaniu jest ważną cechą określającą przydatność jadalnych odmian ziemniaka zarówno do bezpośredniego spożycia, jak i do przetwórstwa. Wykazano, że skłonność mięszu surowego do ciemnienia zwiększa się z czasem przechowywania. Optymalna, jeśli chodzi o ograniczenie intensywności ciemnienia, temperatura przechowywania ziemniaków jadalnych to ok. 4-5°C.

Rozładunek i konfekcjonowanie ziemniaków

Może odbywać się na początku, w trakcie lub w końcowym okresie przechowywania. Jakość ziemniaków w każdej z tych faz obróbki jest nieco inna. Na początku przechowywania bulwy są wrażliwsze na uszkodzenia mechaniczne, łatwo ociera się skórka, intensywniejsze jest parowanie i oddychanie, co prowadzi do skraplania się wody w szczelnych opakowaniach. W późniejszym okresie przechowywania ujawnia się wiele defektów w postaci porażenia chorobami, powiększonych nekroz pouszkodzeniowych,

pojawiają się kielki. W ostatniej fazie ziemniaki mają nieznacznie mniejszy turgor, co ma pewien wpływ na mniejsze uszkodzanie się bulw, większe kielki wymagają usunięcia, na skórcie jest więcej defektów wywołanych chorobami.

Sposób składowania ziemniaków w paletach lub luzem nieznacznie wpływa na ich jakość. W przechowalniach o składowaniu luzem do wysokości 4,5-5,0 m mogą wystąpić tzw. uszkodzenia ciśnieniowe. W dolnej części przyzmy, tam gdzie występują duże siły ściskające, bulwy odkształcają się, nekrozy uszkodzeniowe powiększają, a niekiedy pod odciskami pojawiają się ciemne plamy (Czerko 2010).

Pobieranie ziemniaków z przyzmy zawsze zwiększa ilość bulw uszkodzonych. W dużych przechowalniach, gdzie do rozładunku wykorzystuje się podbieracz podłogowy, najwięcej uszkodzeń powstaje przy kanałach wentylacyjnych i ścianach przechowalni. W przechowalniach paletowych wywrotnice palet muszą być dobrze dopasowane do zasobnika odbierającego, gdyż spadek z dużej wysokości do nieosłoniętej blaszanej skrzyni zasobnika powoduje obijanie bulw. Bulwy poobijane, mimo że bez uszkodzeń zewnętrznych, mogą mieć po kilku dniach objawy ciemnej plamistości poudzerzeniowej.

Wszystkie twarde elementy maszyn, na które spadają bulwy, powinny być chronione amortyzującymi materiałami. Do tego nadają się miękkie gumy, poliuretan, grube włókniny.

Ziemniaki myte przed zapakowaniem w siatki lub torby powinny być dobrze osuszone. Na bulwach odmian wrażliwych na parch srebrzysty po kilku dniach ujawniają się szare nieestetyczne plamy. Zapakowane ziemniaki można dosuszyć przez nadmuchiwanie wentylatorem partii przygotowanej do wysyłki. W pomieszczeniu ekspedycyjnym należy unikać silnej ekspozycji bulw na światło, aby nie zwiększać zazielenienia. Zanim ziemniaki dotrą do konsumenta, mogą nieznacznie stracić na jakości przez transport, kilkakrotny przeładunek i zaleganie na stoisku.

Najważniejsze dla konsumenta jest to, że te wszystkie zmiany jakości zachodzące od zbioru do konfekcjonowania nie mają istotnego wpływu na wartość dietetyczną ziemniaka. Cechami dyskwalifikującymi ziemniaki

konsumpcyjne są mocne zazielenienia i bulwy nadgniłe.

Literatura

- 1. Czerko Z. 2008.** Możliwość utrzymania wymaganych parametrów termiczno-wilgotnościowych w przechowalniach ziemniaków w warunkach klimatycznych Polski. Monogr. i Rozpr. Nauk. 29. IHAR Radzików;
- 2. Czerko Z. 2010.** Wpływ wybranych czynników na intensywność kiełkowania ziemniaków podczas przechowywania. – Biul. IHAR 257/258: 215-223;
- 3. Czerko Z. 2012.** Urządzenia ograniczające uszkodzenia bulw podczas przeładunku stosowane w maszynach do produkcji ziemniaków. – Ziemn. Pol. 2: 33-39;
- 4. Czerko Z., Zgórska K. 2006.** Zmiany jakości ziemniaków przechowywanych w atmosferze podwyższonego stężenia CO₂. – Zesz. Probl. Post. Nauk Rol. 511: 513-522;
- 5. Czerko Z., Gastol J., Manikowski Z. 1985.** Wpływ dwóch metod zbioru na trwałość przechowalniczą ziemniaków ze szczególnym uwzględnieniem uszkodzeń mechanicznych. – Biul. Inst. Ziemn. 23: 129-136;
- 6. Frydecka-Mazurczyk A. 1978.** Oddychanie bulw ziemniaka w zależności od warunków termicznych w czasie przechowywania. – Biul. Inst. Ziemn. 22: 113-124;
- 7. Jabłoński K. 2008.** Nowoczesna uprawa ziemniaków. PMHZ Strzeżęcino: 120 s.;
- 8. Krzysztofik B., Marks N., Nawara P. 2006.** Porównanie cech jakościowych bulw ziemniaka po zbiorze i po przechowywaniu. – Zesz. Probl. Post. Nauk Rol. 511: 369-377;
- 9. Kubicki K. 1988.** Biologiczne i techniczne uwarunkowania przechowywania ziemniaków. PWN Warszawa;
- 10. Kuźniewicz M. 1982.** Czynniki warunkujące występowanie chorób w czasie przechowywania ziemniaków oraz możliwości ograniczania ich rozwoju. Rozpr. dokt. Inst. Ziemn. Bonin;
- 11. Marks N. 2009.** Mechaniczne uszkodzenia bulw ziemniaka. – Pol. Tow. Inż. Rol. Kraków: 117 s.;
- 12. Prośba-Białczyk U., Spyra B. 2010.** Wpływ niektórych czynników siedliskowych na powstawanie uszkodzeń mechanicznych bulw ziemniaka. – Zesz. Probl. Post. Nauk Rol. 557: 173-182;
- 13. Williams J. S. E. 2005.** Influence of variety and processing conditions on acrylamide levels in fried potato crisps. – Food Chem. 90: 875-881;
- 14. Zgórska K., Czerko Z. 2006.** Rekondycjonowanie bulw przechowywanych w niskiej temperaturze – metoda ograniczająca zawartość cukrów w bulwach ziemniaka. – Zesz. Probl. Post. Nauk Rol. 511: 547-556;
- 15. Zgórska K., Frydecka-Mazurczyk A. 1985.** Warunki agrotechniczne i przechowalnicze a cechy użytkowe bulw ziemniaka. – Biul. Inst. Ziemn. 33: 109-117;
- 16. Zgórska K., Frydecka-Mazurczyk A. 2002.** Przydatność nowych polskich odmian do przetwórstwa spożywczego. – Zesz. Probl. Post. Nauk Rol. 489: 347-354

