

WARUNKI TERMICZNO-WILGOTNOŚCIOWE W CZASIE PRZECHOWYWANIA ZIEMNIAKÓW

TEMPERATURE AND HUMIDITY CONDITIONS DURING POTATO STORAGE

mgr inż. Agata Felczak
Politechnika Koszalińska, Wydział Mechaniczny, Zakład Agrobiotechnologii
ul. Raclawicka 15-17, 75-620 Koszalin, e-mail: agata.felczakk@gmail.com

Streszczenie

Scharakteryzowano proces przechowywania ziemniaków z uwzględnieniem określonych parametrów mikroklimatycznych w przechowalni. Omówiono poszczególne etapy przechowywania (osuszanie, dojrzewanie, schładzanie, długotrwałe przechowywanie i przygotowanie do sprzedaży) oraz określono ich wpływ na straty ilościowe i jakościowe bulw ziemniaka (ograniczenie kiełkowania, transpiracji, oddychania, zahamowanie rozwoju chorób, ograniczenie wzrostu niekorzystnych substancji). Określono również zmiany zawartości węglowodanów, witaminy C, związków fenolowych, glikoalkaloidów, związków azotowych, aktywności niektórych enzymów w okresie długotrwałego przechowywania.

Słowa kluczowe: kiełkowanie, mikroklimat, oddychanie, przechowywanie, transpiracja, ziemniak

Abstract

The process of storing potatoes was characterized, taking into account specific microclimatic parameters in the store. The individual stages of storage (drying, maturation, cooling, long-term storage, and preparation for sale) were discussed, and their impact on quantitative and qualitative losses of potato tubers (limiting germination, transpiration, respiration, inhibiting the development of diseases, limiting the growth of unfavorable substances) was determined. Changes in the content of carbohydrates, vitamin C, phenolic compounds, glycoalkaloids, nitrogen compounds, and certain enzymes' activity during long-term storage were also determined.

Keywords: microclimate, potato, respiration, sprouting, storage, transpiration

Celem przechowywania ziemniaków jest utrzymanie ich przez jak najdłuższy okres po zbiorze w stanie niezmiennym. Aby tego dokonać, w prawidłowo przeprowadzonym procesie przechowywania należy pamiętać o dwóch warunkach: do przechowalni powinny trafiać ziemniaki najwyższej jakości, co oznacza niewielką ilość lub wręcz brak uszkodzeń mechanicznych, nieporażone chorobami, a zbiór powinien odbywać się w sprzyjających warunkach atmosferycznych i z zastosowaniem odpowiedniego sprzętu. Bulwom należy zapewnić optymalne warunki przechowywania (Chądzyński, Piróg 2013; Rudziński 2011).

W tabeli 1 przedstawiono parametry mikroklimatu w czasie przechowywania.

I etap – osuszanie

Osuszanie bulw należy rozpocząć zaraz po dostarczeniu ziemniaków do przechowalni i powinno ono trwać kilka dni. Niewskazane jest składowanie ziemniaków bez osuszenia, ponieważ bez względu na to, w jakich warunkach są one zbierane, bulwy mają określoną wilgotność (czyli ilość wody na skórcie), a dodatkowo w tym okresie cechują się wzmożoną transpiracją. Ponadto osuszanie zapobiega rozwojowi chorób bakteryjnych i grzybowych, które mogą rozwijać się na bulwach wilgotnych, uszkodzonych lub z jeszcze nieskorkowaciałą skórką (Czerko 2016).

Czas osuszania jest zależny od prędkości przepływu powietrza wokół bulw, a także od wilgotności i temperatury nawiewanego po-

wietrza. Temperatura wentylowanego powietrza powinna być o 2-3°C niższa niż temperatura bulw. W przypadku gdy jest wyższa od wymaganej, wilgotność powietrza powinna być niska (ok. 70%), aby nie dochodziło do kondensacji wody na bulwach (Łozowska i in. 2017, Czerko 2012).

Należy jednak uważać, aby nie doszło do przesuszenia bulw, ponieważ może to pro-

wadzić do zwiększenia ubytków naturalnych. Pomiar oporu elektrycznego w górnej części pryzmy ziemniaków jest wskaźnikiem, który stanowi o zakończonym etapie osuszania, przy czym opór powinien wynosić powyżej 150 kΩ. Wstępnym wskaźnikiem do oceny może być sprawdzenie, czy po wyjęciu bulw z górnej części pryzmy piasek nie osypuje się zbyt łatwo (Czerko 2016).

Tabela 1

Warunki termiczno-wilgotnościowe w czasie przechowywania ziemniaków

Etap przechowywania	Czas trwania	Rodzaj użytkowania	Wilgotność powietrza (%)	Temperatura (°C)	Średni czas wietrze- nia na dobę (h)
Osuszanie	3-5 dni	wszystkie kierunki	75-95	12-18	10-24
Dojrzewanie	10-14 dni	wszystkie kierunki	90-95	12-18	1-4
Schładzanie	3-6 tyg.	wszystkie kierunki	90-95	obniżanie o 0,2-0,5°C na dzień	6
Długotrwałe przechowywanie	6-7 mies. do 8 mies. do 9 mies. 3-8 mies.	sadzeniaki jadalne przetwórstwo spoż. pasza, przemysłowe	90-95	2-6 4-6 6-8 2-4	2-6
Przygotowanie do użytkowania	ok. 10 dni	jadalne przetwórstwo sadzeniaki	85-95 75-80	10 podkiełkow. 10-15	1-4

Źródło: Stark, Love 2003; Czerko 2012, 2016

II etap – dojrzewanie

Na drugim etapie przechowywania ziemniaków zachodzi dojrzewanie, zablźnianie uszkodzeń oraz korkowacenie skórki. Każda z tych faz jest bardzo ważna, ponieważ zapobiega wzmożonemu parowaniu wody, a także przeniknięciu niebezpiecznych mikroorganizmów, mogących powodować rozwój chorób przechowalniczych (Czerko 2012).

Szybkość gojenia jest uwarunkowana następującymi czynnikami: odmianą, głębokością i rodzajem uszkodzeń oraz warunkami termiczno-wilgotnościowymi w przechowalni (Łozowska i in. 2017, Czerko 2012). Okres gojenia przez wielu autorów określany jest stopniodniami i powinien wynosić 160-180 (Czerko 2014).

Należy podkreślić, że proces gojenia ran spowodowanych uszkodzeniami mechanicznymi podczas zbioru i transportu zmniejsza swoją intensywność wraz ze spadkiem temperatury. Tym samym im niższa temperatura

w przechowalni, tym bardziej wydłuża się etap gojenia ran. Proces ten w zasadzie nie zachodzi w temperaturze poniżej 5°C (Wachowicz 1990, Czerko 2016).

Wymiana powietrza w przechowalni wpływa na szybkość gojenia ran, ponieważ zmniejsza kondensację dwutlenku węgla. Dlatego sposób wentylacji na tym etapie zależy od stanu bulw dostarczonych do przechowalni. Ziemniaki bez uszkodzeń, nieuprawiane na glebie ciężkiej, zebrane w sprzyjających warunkach atmosferycznych mogą przejść okres dojrzewania określany jako tradycyjny (w temperaturze 12-15°C przez 10-15 dni przy wysokiej wilgotności względnej powietrza 95%). Natomiast kiedy zbiór ziemniaków przeprowadzony był w niekorzystnych warunkach pogodowych (niska temperatura powietrza, opady, duża wilgotność gleby), po złożeniu do przechowalni są one bardziej narażone na choroby, a wilgotność w pryzmie szybko osiąga mak-

symalny poziom, co jest spowodowane intensywną transpiracją. Powstałe w ten sposób warunki sprzyjają gojeniu uszkodzeń, jednakże wymagają regularnego i stopniowego obniżania temperatury, a także częstego wietrzenia powietrzem o wilgotności ok. 80%. Etap dojrzewania, przeprowadzony prawidłowo, wpływa pozytywnie na cały proces przechowywania (Czerko 2014).

III etap – schładzanie

Schładzanie jest kolejnym etapem przechowywania, który rozpoczyna się po zakończeniu dojrzewania. Jest to stopniowe obniżanie temperatury do poziomu optymalnego dla danej odmiany i kierunku użytkowania. Temperaturę obniża się z 15 do 3-8°C. W tym okresie ważne jest, aby zostało odprowadzone ciepło. W przechowalni wytwarzane są cztery rodzaje ciepła, które zostały przedstawione na rysunku 1.



Rys. 1. Rodzaje ciepła w przechowalni (Czerko 2014)

Za odprowadzanie ciepła z przechowalni odpowiedzialna jest głównie wentylacja. Ilość odprowadzanego ciepła zależna jest od dawki wentylacyjnej, czasu pracy wentylatorów i parametrów nawiewanego powietrza. Schładzanie przyzmy powinno odbywać się równomiernie i odpowiednio do temperatury zewnętrznej. Jeśli tempo spadku temperatury będzie większe od spadku temperatury zewnętrznej, spowoduje to wzrost ubytków naturalnych. Natomiast w sytuacji, gdy tem-

po schładzania będzie wolniejsze aniżeli spadek temperatury zewnętrznej, będzie to wpływać na wzrost strat przechowalniczych (Czerko 2016).

Chłodnice powietrza z wentylatorami pozwalają na całkowite uniezależnienie procesu przechowywania od warunków panujących na zewnątrz. Jest to ważne, ponieważ to właśnie w okresie schładzania potrzebna jest największa wydajność wentylatorów (Chądzyński, Piróg 2013).

Tabela 2

Wymagane wartości temperatury przy długotrwałym składowaniu ziemniaków w zależności od kierunku użytkowania

Kierunek użytkowania		Temperatura (°C)	Charakterystyka
Przetwórstwo	chipsy	7-10	Najważniejszym parametrem jest utrzymanie cukrów redukujących na niskim poziomie
	frytki	5-8	
	susze ziemniaczane	6	
Ziemniak jadalny		5	Dzięki niskiej temperaturze intensywność oddychania jest ograniczona
Sadzeniaki		2-5	Celem przechowywania w niskiej temperaturze jest ograniczenie kiełkowania

Źródło: oprac. własne wg Czerko 2012 oraz Łozowska i inni 2017

IV etap – długotrwałe przechowywanie

Kolejnym etapem po okresie schładzania jest długotrwałe przechowywanie. Jest to najdłuższe stadium przechowywania, ponieważ w zależności od kierunku użytkowania może trwać od 7 do 10 miesięcy. Poszczególne kierunki użytkowania z charakterystyką mikroklimatu zostały przedstawione w tabeli 2. Dobór temperatury w okresie długotrwałego przechowywania determinuje odmiana. Odmiany przeznaczone do przetwórstwa spożywczego wymagają wyższych temperatur (6-10°C), natomiast ziemniaki jadalne zachowują najlepsze właściwości w temperaturze 5°C. Sadzeniaki wymagają niższych temperatur przechowywania – 2-5°C (Nowacki 2014, Czerko 2016).

Na etapie długotrwałego przechowywania kończy się okres spoczynku naturalnego, a tym samym rozpoczyna proces kiełkowania. Kiełkowanie zależy od cech odmianowych, ale wyższa temperatura powoduje rozpoczęcie procesu znacznie wcześniej, a kiełkowanie będzie przebiegało dużo intensywniej. Ziemniaki, które wymagają wyższej temperatury przechowywania, w naturalnych warunkach mogą być przechowywane znacznie krócej (maksymalnie do kwietnia), ponieważ tracą wtedy swój turgor i przydatność konsumpcyjną. Ograniczenie kiełkowania jest możliwe przy zastosowaniu środków wstrzymujących kiełkowanie (Stark, Love 2003, Czerko 2013).

V etap – przygotowanie bulw przed ich użytkowaniem

Dla ziemniaków przeznaczonych do przetwórstwa spożywczego, a także ziemniaków jadalnych wskazane jest, aby 14 dni przed rozpoczęciem opróżniania komory przechowalniczej podnieść temperaturę do poziomu 10°C. Zabieg ten powoduje zwiększenie odporności na uszkodzenia mechaniczne, które mogą powstawać na wielu odcinkach linii maszyn obróbczych (podbieracz, podnośnik, sortownik). Podwyższenie temperatury powoduje również spadek zawartości cukrów w bulwach i wzrost ich odporności na ciemną plamistość (Nowacki 2014, Czerko 2016).

W przypadku sadzeniaków proces wygląda nieco inaczej, ponieważ na okres 3-5 tygodni przed sadzeniem temperatura zostaje podniesiona do 10-15°C. Istotne jest rów-

nież zapewnienie oświetlenia w komorze przechowalniczej o natężeniu powyżej 60 lx. Te dwa zabiegi noszą nazwę pobudzania lub podkiełkowania bulw i mają na celu przyspieszenie wschodów (Stark, Love 2003).

Najważniejsze w przechowywaniu ziemniaków przeznaczonych na potrzeby przetwórstwa spożywczego do produkcji frytek jest utrzymanie stałej temperatury w okresie długotrwałego składowania, ponieważ drobne wahania temperatury nie mogą przekroczyć 0,5°C. Uzyskanie temperatury na stałym, stabilnym poziomie możliwe jest dzięki stosowaniu trzech obiegów powietrza: wewnętrznego, zewnętrznego i mieszanego. Ponieważ okres długotrwałego przechowywania w Polsce przypada na miesiące zimowe, wskazane jest stosowanie wentylacji mieszanej, w której to powietrze wewnętrzne miesza się z powietrzem zewnętrznym. Ponadto należy również przeprowadzić zabieg rekondycjonowania. Polega on na podwyższeniu temperatury do 15-20°C w końcowym okresie przechowywania przez 7-14 dni. Zabieg ten powoduje obniżenie cukrów redukujących w bulwach, co bezpośrednio wpływa na jakość produktu finalnego, np. frytek. Pozwala uniknąć efektu „sugar-end”, a także gwarantuje poprawę barwy frytek (Grudzińska, Zgórska 2011a; Czerko 2012, 2014; Wszelaczyńska i in. 2014).

Wpływ warunków termiczno-wilgotnościowych na zmiany ilościowe i jakościowe zachodzące w bulwach podczas przechowywania

Przechowywanie ziemniaków jest najdłuższym etapem w technologii ich produkcji, ponieważ może trwać nieprzerwanie aż do 9 miesięcy. W tym czasie wskutek procesów fizjologicznych i biochemicznych zachodzących w bulwach dochodzi do strat ilościowych i zmian cech jakości. Właściwie przeprowadzony proces przechowywania pozwala ograniczyć niekorzystne zmiany. Wpływ na straty mają również właściwości genetyczne odmian ziemniaka, które mogą ulegać zmianie m.in. pod wpływem warunków meteorologicznych w czasie wegetacji i zbioru, uszkodzenia mechaniczne i porażenie chorobami (Rudziński 2011; Trawczyński, Wierzbicka 2018).

Zmiany ilościowe

W wyniku procesów zachodzących w bulwach w czasie przechowywania powstają zmiany ilościowe takie jak: zmniejszenie masy bulw spowodowane procesami oddychania i transpiracji (ubytki naturalne), straty spowodowane kiełkowaniem oraz straty w wyniku porażenia bulw chorobami (Sowa-Niedziałkowska 2004).

Ubytki naturalne

Ubytki naturalne mają największy udział w generowaniu strat – ok. 80%. Są one głównie spowodowane utratą wody z powierzchni całej bulwy i zmniejszeniem masy w wyniku procesu oddychania. W okresie 6 miesięcy przechowywania wartość ubytków może wynosić od 4 do 8%, przy czym 90% ubytków spowodowanych jest transpiracją, a 10% procesami oddychania (Krzysztofik, Nawara 2007; Czerko 2016). W tabeli 3 przedstawiono procentowy udział ubytków naturalnych w ogólnych stratach.

Tabela 3

Udział ubytków naturalnych, chorób i kiełków w całkowitych stratach

Wyszczególnienie	Ubytki naturalne	Choroby przechowalnicze	Kiełki	Suma strat
Straty masy (%)	7,3	1,8	0,1	9,2
Udział (%)	79,3	19,6	1,1	100

Źródło: Czerko 2016

Zdaniem Chourasia i innych (2004) ubytki wody z bulw ziemniaka są jednym z najbardziej znaczących wskaźników ekonomicznych w czasie długotrwałego okresu przechowywania. Z kolei badania przeprowadzone przez Trawczyńskiego i Wierzbicką (2018) wykazały, że odmiana oraz warunki pogodowe w czasie wegetacji roślin w sposób istotny statystycznie wpływały na wszystkie rodzaje analizowanych strat przechowalniczych.

Transpiracja

Transpiracja w bulwie zachodzi na całej jej powierzchni, z czego 98% przez perydermę, a 2% przez przetchlinki. Zjawisko to występuje podczas całego okresu przechowywania, jednak z różną intensywnością, i jest zależne od cech fizjologicznych bulwy, takich jak: odmiana, stopień skorkowacenia perydermy i zdolność do gojenia zranień (Czerko 2012, 2010).

Intensywność, z jaką zachodzi transpiracja, znacznie różni się pomiędzy odmianami i jest zależna od budowy anatomicznej perydermy. Szczególnie widać to na bulwach, które są przechowywane w niższej wilgotności.

Wilgotność ma znaczący wpływ na zwiększenie ubytków naturalnych. Jednak nie jest

to jedyny istotny parametr związany z przechowalnictwem, ponieważ należy także zwrócić uwagę na temperaturę, intensywność wentylacji oraz fazy przechowywania. Parametrem, który jest składową wilgotności i temperatury, jest niedosyt wilgotności powietrza i jeśli wynosi powyżej 1 hPa, znacząco wpływa na wzrost ubytków naturalnych (Czerko 2016).

Intensywność wentylacji, czyli prędkość przepływu powietrza wokół bulw, powinna być jak najmniejsza, ponieważ badania wykazały, że nieodpowiedni czas wentylacji powoduje wzrost ubytków (Wachowicz 1990). Ponadto dużo zależy także od etapu przechowywania, ponieważ największa intensywność transpiracji występuje zaraz po zbiorze oraz pod koniec okresu przechowywania (Czerko 2010).

Wpływ na straty mają również uszkodzenia mechaniczne bulw. Straty powodowane przez bulwy uszkodzone mogą być nawet 3-5 razy wyższe niż przez bulwy bez uszkodzeń mechanicznych. Uszkodzenia występują głównie podczas zbioru i rozładunku ziemniaków (Trawczyński, Wierzbicka 2018).

Reasumując, można stwierdzić, że transpiracja przyczynia się do strat ilościowych i jakościowych. Zjawisko to powoduje, że bulwy tracą turgor, następuje zmniejszenie

jędrności, a także powiększają się nekrozy powstałe wskutek uszkodzeń (Krzysztofik, Nawara 2007; Czerko 2010). Przy ubytkach powyżej 10% dochodzi do powstawania ciemnej plamistości fizjologicznej (Zgórska 2013). Drugim czynnikiem generującym ubytki naturalne jest oddychanie.

Oddychanie

Oddychanie to proces wieloetapowy, który polega na utlenianiu cukrów. Produktami końcowymi reakcji są dwutlenek węgla, woda i energia cieplna. Proces ten jest najbardziej intensywny bezpośrednio po zbiorze, później maleje, aby ustabilizować się na możliwie najniższym poziomie, a następnie, pod koniec okresu przechowalniczego, znowu wzrasta. Wzrost intensywności procesu oddychania na końcowym etapie przechowywania jest bezpośrednio związany z kiełkowaniem, ponieważ w uśpionych do tej pory bulwach zachodzą reakcje biochemiczne (Osowski 2016).

Wynikiem procesu oddychania jest wzrost stężenia dwutlenku węgla i wytworzenie ciepła, które powoduje podwyższenie temperatury. Podwyższenie temperatury wpływa niekorzystnie, ponieważ nasila proces oddychania. Bulwy oddychają najslabiej w temperaturze 4-6°C. Również zbyt niska temperatura nie daje dobrych efektów, w temperaturze poniżej 3°C intensywność oddychania wzrasta. Równie ważne jest stałe odprowadzanie ciepła na zewnątrz, ponieważ jedna cząsteczka glukozy (180 g) utlenia się w 192 g tlenu, dając 2725 kJ energii. Odprowadzanie ciepła zapewnia odpowiednia wentylacja, która pozwala również na pozbycie się zbyt dużych ilości dwutlenku węgla (Czerko 2012, 2013).

Ubytki naturalne powstające w wyniku oddychania kształtują się na poziomie 10-15%, ale są przyczyną zmniejszenia zawartości skrobi w bulwach (Zgórska, Czerko 2006).

Kiełkowanie

W okresie spoczynku bulw charakterystycznym zjawiskiem jest ograniczenie procesów życiowych do niezbędnego minimum. Wzrost i podział komórek zostają wówczas wyłączone. Nawet przy sprzyjających warunkach zaraz po zbiorze nie następuje kiełkowanie,

ponieważ ziemniaki znajdują się w fazie bezwzględniego spoczynku fizjologicznego. Podwyższona temperatura jest czynnikiem decydującym o ewentualnym skróceniu okresu uśpiania, przez co proces kiełkowania rozpoczyna się wcześniej i jest intensywniejszy. Utrzymanie niższej temperatury (2-3°C) gwarantuje wydłużenie okresu uśpiania, a tym samym zmniejsza intensywność wzrostu kiełków (Sowa-Niedziałkowska 2004, Czerko 2012).

Równie duży wpływ na rozpoczęcie kiełkowania mają warunki pogodowe w okresie wegetacji, w szczególności rozkład opadów. W temperaturze 8°C zakres terminu rozpoczęcia kiełkowania różnych odmian może obejmować nawet 5 miesięcy. Kiełkowanie przyczynia się do powstawania wzrostu strat przechowalniczych przez zwiększoną transpirację i oddychanie. Jeśli dopuści się do sytuacji wystąpienia dużych kiełków, ogranicza się tym samym ruch powietrza w trakcie wentylacji. W praktyce stosuje się naturalne i chemiczne środki zapobiegające kiełkowaniu (Sowa-Niedziałkowska 2004; Czerko 2010, 2013).

Zmiany jakościowe

Zmiany jakościowe zachodzące w bulwach podczas procesu przechowywania powstają w wyniku reakcji biochemicznych i dotyczą głównie węglowodanów, witaminy C, związków fenolowych, glikoalkaloidów i związków azotowych, a także wybranych enzymów i przepuszczalności błon komórkowych (Pobereźny, Wszelaczyńska 2011; Czerko 2016).

Sucha masa i skrobia to cechy, które stanowią o wartości kulinarnej, a także dalszym przeznaczeniu ziemniaka. Za zmiany zawartości tych dwóch składników odpowiedzialne są procesy fizjologiczne: oddychanie i transpiracja oraz dojrzałość bulw i mikroklimat w przechowalni. Względna zawartość suchej masy zwiększa się wraz ze wzrostem temperatury w komorze przechowalniczej, ponieważ intensyfikuje się proces transpiracji. Równocześnie w bulwie zachodzi proces biochemiczny, którym jest oddychanie. Następuje wówczas rozkład skrobi na cukry, które spalają się podczas oddychania. Powstają wtedy ubytki skrobi – po 7 miesiącach mogą wynosić 1,6-3,4%. Aby zapewnić sta-

bilną zawartość suchej masy, należy stosować niską temperaturę przechowywania (4°C) i wilgotność względną powietrza na poziomie 95% (Czerko 2016).

O zawartości cukrów redukujących i sacharozy decyduje dobór odmiany, warunki pogodowe podczas wegetacji i warunki magazynowania. Ilość cukrów znajdujących się w bulwie ogółem stanowi o ich zdatności do spożycia i do przetworstwa. Średnio zawartość cukrów prostych wynosi od 0,5 do 2,0% całkowitej masy bulwy (Mareček i in. 2020).

Czynnikiem mającym największy wpływ na zmiany zawartości cukrów w ziemniakach jest temperatura przechowywania, utrzymywanie niższej niż 4-6°C powoduje nagromadzenie tych związków. W złych warunkach przechowywania (zbyt niska temperatura) zawartość cukrów prostych może być zwiększona do 5% lub więcej (Mareček i in. 2020). Skutkuje to niepożądaną barwą produktów i powstawaniem toksycznych akrylamidów (Lisińska 2000, Czerko 2016).

Głównymi czynnikami decydującymi o zawartości witaminy C w bulwach są odmiana i warunki pogodowe podczas wegetacji. Jednak już po 7 miesiącach przechowywania jej ilość w bulwach maleje nawet o połowę (Grudzińska, Zgórska 2011b). Przechowywanie ziemniaków w temperaturze 4°C pozwala na ograniczenie spadku jej zawartości (Czerko 2016).

Tendencja do ciemnienia enzymatycznego bulw jest cechą odmianową. Jednak może przebiegać w różny sposób w zależności od temperatury przechowywania. Niskie temperatury powodują wzrost ciemnienia. Optymalne jest wówczas przechowywanie bulw w temperaturze 4°C (Zgórska, Czerko 2006).

Podsumowanie

Właściwe przechowywanie ziemniaków polega na takim doborze parametrów mikroklimatu, aby można było minimalizować straty ilościowe i jakościowe. Utrzymanie wymaganych warunków termiczno-wilgotnościowych pozwala na ograniczenie procesów życiowych bulw (transpiracji, oddychania, kiełkowania), hamuje rozwój chorób, a także ogranicza wzrost zawartości substancji powodujących niekorzystne zmiany jakości (np. monosacharydów). Właściwe sterowanie mikro-

klimatem w przechowalni powinno uwzględniać wszystkie etapy przechowywania: osuszanie, dojrzewanie, schładzanie, długotrwałe przechowywanie i przygotowanie do sprzedaży. Każdy z nich charakteryzują określone parametry temperatury i wilgotności powietrza, a także stężenia dwutlenku węgla. Właściwe przechowywanie umożliwia utrzymanie najbardziej korzystnych cech jakości bulw, co ma istotne znaczenie dla dalszego użytkowania.

Literatura

1. Chądzyński A., Piróg M. 2013. Technologia procesu przechowywania owoców, warzyw i ziemniaków a układy funkcjonalno-przestrzenne obiektów. – Bud. Archit. 12: 21-28; **2. Chourasia M. K., Saha R., De A., Sahoo P. K. 2004.** Evaluation of storage losses in a commercial potato cold storage. – J. Food Sci. Technol. 41: 507-510; **3. Czerko Z. 2010.** Straty ilościowe ziemniaków podczas przechowywania w różnych warunkach termiczno-wilgotnościowych. – Ziemn. Pol. 3: 42-47; **4. Czerko Z. 2012.** Technologia przechowywania oraz ograniczenie strat ilościowych i jakościowych podczas przechowywania. [W:] Produkcja i rynek ziemniaka. Red. nauk. J. Chotkowski. Wyd. Wieś Jutra Warszawa: 287-323; **5. Czerko Z. 2013.** Ocena trwałości przechowalniczej odmian ziemniaka. – Ziemn. Pol. 2: 46-51; **6. Czerko Z. 2014.** Wentylacja na każdym etapie przechowywania ziemniaków. – Ziemn. Pol. 3: 50-58; **7. Czerko Z. 2016.** Technika i technologia przechowywania ziemniaków. Monogr. Rozpr. Nauk. 50. IHAR-PIB Radzików: 135 s.; **8. Grudzińska M., Zgórska K. 2011a.** Wpływ zabiegu rekondycjonowania na zmniejszenie zawartości cukrów redukujących w bulwach badanych odmian ziemniaka. – Biul. IHAR 259: 211-217; **9. Grudzińska M., Zgórska K. 2011b.** Zmiany zawartości witaminy C i związków fenolowych w czasie przechowywania bulw ziemniaka. – Zesz. Probl. Post. Nauk Rol. 566: 61-68; **10. Krzysztofik B., Nawara P. 2007.** Wpływ okresu przechowywania na straty masy bulw ziemniaka podczas obierania. – Inż. Rol. 7: 109-114; **11. Lisińska G. 2000.** Czynniki surowcowe i technologiczne kształtujące jakość przetworów ziemniaczanych. [W:] Ziemniak spożywczy i przemysłowy oraz jego przetwarzanie. Mater. konf. Polanica Zdrój, 8.11.2000. AR Wrocław: 51-57; **12. Łozowska A., Osowski J., Gawińska-Urbanowicz H. 2017.** Sucha zgnilizna bulw ziemniaka – nieustające zagrożenie okresu przechowalniczego. – Ziemn. Pol. 1: 25-30; **13. Mareček J., Frančáková H., Bojňanská T., Fikselová M., Mendelová A., Ivanišová E. 2020.** Carbohydrates in varieties of stored

- potatoes and influence of storage on quality of fried products. – *J. Microbiol. Biotech. Food Sci.* 9(4): 1744-1753; **14. Nowacki W. 2014.** Współczesny konsument oczekuje na wysoką jakość bulw ziemniaka i informacje o sprzedawanym towarze. – *Wieś Jutra* 1(178): 18-23; **15. Osowski J. 2016.** Choroby przechowalnicze ziemniaka – *Ziemn. Pol.* 1: 30-34; **16. Pobereźny J., Wszelaczyńska E. 2011.** Effect of bioelements (N, K, Mg) and long-term storage of potato tubers on quantitative and qualitative losses. Part II. Content of dry matter and starch. – *J. Elem.* 16(2): 237-246; **17. Rudziński R. 2011.** Zasady przechowywania i magazynowania towarów pochodzenia rolniczego. – *Zesz. Nauk. UPH Siedlce. Seria: Administracja i Zarządzanie* 15(88): 113-126; **18. Sowa-Niedziałkowska G. 2004.** Wpływ odmiany ziemniaka i warunków przechowywania bulw na długość okresu uśpienia i intensywność kiełkowania. – *Biul. IHAR* 232: 23-36; **19. Stark J. C., Love S. L. 2003.** Potato Production Systems. Univ. Idaho: 426 s.; **20. Trawczyński C., Wierzbička A. 2018.** Wpływ odmiany i warunków pogodowych w okresie wegetacji na straty przechowalnicze bulw ziemniaka. – *Frag. Agron.* 35(3): 109-117; **21. Wachowicz E. 1990.** Sterowanie pracą urządzeń wentylacji i klimatyzacji w przechowalniach ziemniaków. Wyd. Ucz. WSI Koszalin; **22. Wszelaczyńska E., Pobereźny J., Gruszczewski M. 2014.** Trwałość przechowalnicza i stabilność cech jakościowych wybranych odmian ziemniaka o różnych kierunkach użytkowania. – *Inż. Ap. Chem.* 53, 2: 127-129; **23. Zgórska K. 2013.** Ciemna plamistość pouszkodzeniowa miąższu bulw ziemniaka (CPP). – *Ziemn. Pol.* 3: 34-40; **24. 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

