



Zakład Agronomii Ziemiaka
Instytut Hodowli i Aklimatyzacji Roślin – Państwowy Instytut Badawczy
Oddział w Jadwisinie, ul. Szaniawskiego 15, 05-140 Serock
c.trawczynski@ihar.edu.pl

CEZARY TRAWCZYŃSKI 

Ocena strat przechowalniczych bulw nowych odmian ziemniaka w zależności od zróżnicowanych warunków pogodowych w okresie wegetacji

Assessment of storage losses of tubers of new potato varieties depending
on different weather conditions during vegetation

Streszczenie. Badania przeprowadzono w Instytucie Hodowli i Aklimatyzacji Roślin, Oddział w Jadwisinie w dwóch sezonach przechowalniczych 2017/2018 i 2018/2019. Celem doświadczenia była ocena wielkości strat przechowalniczych bulw ziemniaka kształtowanych pod wpływem zróżnicowanych warunków pogodowych w okresie wegetacji. Badania obejmowały 9 nowych odmian jadalnych (Bohun, Impresja, Lady Rosetta, Lawenda, Madeleine, Magnolia, Lech, Mazur, Otolia) i 3 skrobiowe (Mieszko, Szyper, Widawa). Odmiany uprawiano na glebie lekkiej w dwóch sezonach wegetacji: mokrym (2017 r.) i suchym (2018 r.). Ocenę strat spowodowanych ubytkami naturalnymi, rozwojem chorób oraz wzrostem kielków przeprowadzono po 6 miesiącach przechowywania bulw w komorze w temperaturze 5°C i wilgotności 90–92%. Właściwości genetyczne odmian i zróżnicowane w latach warunki pogodowe, opady i temperatura powietrza, miały wysoce istotny wpływ na wszystkie rodzaje strat przechowalniczych. Po mokrym okresie wegetacji straty spowodowane ubytkami naturalnymi bulw po przechowywaniu stanowiły 6,42%, wywołane chorobami – 7,64% oraz kiełkowaniem bulw – 0,13%. Po suchym okresie wegetacji ubytki naturalne bulw po przechowywaniu wzrosły o 1,42%, straty spowodowane kiełkowaniem o 0,67%, natomiast porażenie chorobami zmniejszyło się o 5,31%. Po suchym okresie wegetacji najmniejsze straty przechowalnicze stwierdzono w przypadku bulw odmiany Madeleine, a największe – odmiany Widawa. Po wilgotnym okresie wegetacji najmniejszymi ubytkami przechowalniczymi charakteryzowała się odmiana Bohun, a największymi – odmiana Szyper. Najlepszy stopień trwałości przechowalniczej w badanych latach stwierdzono w przypadku odmian: Bohun, Magnolia i Mazur.

Słowa kluczowe: choroby, kielki, przechowywanie, ubytki naturalne, warunki pogodowe, ziemniak

WSTĘP

Przechowywalność bulw ziemniaka zależy nie tylko od warunków przechowywania, ale w różnym stopniu może być również kształtowana przez właściwości genetyczne odmian oraz pod wpływem warunków pogodowych w okresie wegetacji [Asmamaw i in. 2010, Abbasi i in. 2016, Bradshaw i Wale 2020]. Generalnie największe straty masy bulw podczas właściwego przechowywania wynikają z ubytków naturalnych, mniejsze z rozwoju chorób, a najmniejsze spowodowane są przez kiełkowanie [Czerko 2016]. Jednak przy odbiegającym od normy układzie warunków pogodowych wysoką pozycję w stratach przechowalniczych stanowią choroby oraz znaczną – kiełki. W odniesieniu do chorób składać się na to mogą znaczne opady i niska temperatura powietrza w okresie wegetacji. Z kolei w warunkach niedoboru opadów, szczególnie w końcowym okresie wegetacji roślin, następować może skrócenie okresu spoczynku bulw, co przyczynia się do szybszego kiełkowania bulw i wzrostu masy kiełków podczas przechowywania bulw [Czerko i Jankowska 2013, Czerko i Grudzińska 2014]. Kluczową rolę w wielkości uzyskanych strat odgrywają same odmiany, u których z różną intensywnością zachodzą w bulwach procesy fizjologiczne, takie jak transpiracja, oddychanie, czy mechanizmy odporności na organizmy chorobotwórcze [Heltoft i in. 2017]. Stąd w długotrwałym przechowalnictwie najbardziej pożądane są odmiany charakteryzujące się wydłużonym okresem uśpienia bulw, ograniczonym oddychaniem i podwyższonym stopniem odporności na choroby [Wustman i Struik 2007]. Warunki pogodowe w latach mogą oddziaływać bezpośrednio na właściwości przechowalnicze bulw, co skłaniać powinno do określonych badań nad nowo rejestrowanymi odmianami ziemniaka [Czerko i Jankowska 2013, Grudzińska i Mańkowski 2018].

Celem badań była ocena wielkości strat bulw nowych odmian ziemniaka, o nieokreślonej przechowywalności w stosunku do warunków pogodowych, opadów i temperatury powietrza w okresie wegetacji roślin.

MATERIAŁ I METODY

Badania przeprowadzono w Zakładzie Agronomii Ziemniaka Instytutu Hodowli i Aklimatyzacji Roślin – Państwowego Instytutu Badawczego, oddział Jadwisin (52°45'N, 21°63'E), na 12 odmianach ziemniaka (Impresja – bardzo wczesna jadalna; Bohun, Lady Rosetta, Lawenda, Madeleine, Magnolia – wczesne jadalne; Lech, Mazur, Otolia – średnio wczesne jadalne; Mieszko, Szyper, Widawa – średnio wczesne skrobiowe). Przechowywalność bulw badanych odmian oceniono na podstawie dwóch sezonów wegetacji (lata 2017 i 2018). Ziemniaki sadzono ręcznie w III dekadzie kwietnia w rozstawie 75 × 33 cm, a zbiór przeprowadzono kombajnem w III dekadzie września. Doświadczenie założono w 3 powtórzeniach. Powierzchnia poletka wynosiła 7,5 m², na poletku do zbioru było 30 roślin.

Ocenę trwałości przechowalniczej przeprowadzono po umieszczeniu prób bulw każdej odmiany w skrzynkach ażurowych (3 powtórzenia × 5 kg). Temperatura powietrza podczas załadunku bulw do komory przechowalniczej (III dekada września) wynosiła 15°C. Stopniowy spadek temperatury do utrzymywanej w długotrwałym okresie przechowywania nastąpił w ciągu miesiąca. Od początku listopada do końca okresu przechowywania, czyli do końca marca, temperatura powietrza w komorze utrzymywała się na stałym poziomie i wynosiła 5°C. Wilgotność względna powietrza w komorze prze-

chowlaniczej wynosiła 90-92%. Po 6 miesiącach przechowywania oceniono: ubytki naturalne, choroby i kiełki. Na podstawie sum procentowych ubytków naturalnych, kiełków i bulw porażonych chorobami uzyskano sumę strat, stanowiącą podstawę do określenia trwałości przechowalniczej za cały sezon przechowywania. Po wyliczeniu procentowych strat bulw badanych odmian po przechowywaniu, dokonano ich oceny na podstawie skali 9-stopniowej [Roztropowicz 1999], gdzie suma strat oznaczała: 9° – poniżej 7,8%; 8° – od 7,9 do 9,6%; 7° – od 9,7 do 11,0%; 6° – od 11,1 do 12,6%; 5° – od 12,7 do 14,4%; 4° – od 14,5 do 16,5%; 3° – od 16,6 do 19,6%; 2° – od 19,7 do 24,0%; 1° – powyżej 24%.

Badania przeprowadzono na glebie lekkiej, o składzie granulometrycznym piasku gliniastego, zaliczanej do rzędu płoziemnych, typu gleby płowe, podtypu gleby płowe opadowo glejowe, kompleks przydatności rolniczej żytnej dobrej, V klasy bonitacyjnej [FAO 2015]. Gleba charakteryzowała się kwaśnym odczynem, pH w KCl 5,0 (2017 r.) i 5,4 (2018 r.), wysoką zawartością fosforu i średnią potasu w obydwu latach (tab. 1).

Tabela 1. Właściwości chemiczne gleby przed założeniem doświadczenia
Table 1. Soil chemical properties before planting of experiment

Lata Years	C organiczny C organic (g·kg ⁻¹)	pH w KCl pH in KCl	Zawartość/ Content (mg·kg ⁻¹)						
			P	K	Mg	Mn	Cu	Zn	B
2017	4,8	5,0	80	122	32	120	2,4	3,8	0,43
2018	8,8	5,4	84	104	26	118	4,0	4,3	1,32
Średnia	6,8	5,2	82	113	29	119	3,2	4,05	0,88

Tabela 2. Warunki pogodowe w latach badań na podstawie pomiarów ze stacji meteorologicznej w Jadwisinie

Table 2. Weather conditions in the investigation years on the base meteorological station in Jadwisin

Rok Year	Miesiąc/Month						Suma/Średnia Sum/Mean
	IV	V	VI	VII	VIII	IX	
Suma opadów/ Sum of rainfall (mm)							
2017	8,9	10,1	107,5	78,8	61,0	140,8	407,1
2018	21,7	43,4	41,0	75,2	60,6	30,9	272,8
1967-2016	37,0	57,0	75,0	76,0	61,0	48,0	352,0
Średnia temperatura powietrza/ Mean air temperature (°C)							
2017	7,3	14,1	18,1	18,4	19,4	13,8	15,2
2018	13,2	17,6	19,1	21,2	20,8	15,8	18,0
1967-2016	7,9	13,7	16,6	18,5	17,9	13,2	14,5
Współczynnik hydrotermiczny Sielianinowa K/ Sielianinov's hydrothermal coefficients K*							
2017	0,40	0,23	1,98	1,38	0,95	3,39	1,39
2018	0,54	0,79	0,71	1,14	0,93	0,65	0,79

* Wartość współczynnika [Bac i in. 1998]; K < 0,50 mocna susza; K: 0,51–0,99 susza; K: 1,00–2,00 mokro; K > 2,00 bardzo wilgotno.

Coefficient value [Bac et al. 1998]; K < 0,50 strong drought; K: 0,51–0,99 drought; K: 1,00–2,00 wet; K > 2,00 very humid.

Warunki pogodowe w okresie wegetacji oceniono na podstawie sumy opadów i średnich temperatur powietrza w porównaniu ze średnimi z wielolecia oraz współczynnika hydrotermicznego Sielianinowa (tab. 2).

Lata badań były zróżnicowane, zarówno pod względem sumy opadów, jak i średniej temperatury powietrza w okresie wegetacji. W 2017 r. suma opadów wyższa była o 55,1 mm od średniej z wielolecia. Największą nadwyżkę opadów zanotowano w czerwcu i wrześniu. Ponadto 2017 r. należał do ciepłych, szczególnie czerwiec. W całym okresie wegetacji temperatura powietrza przewyższała średnią z wielolecia o 0,7°C, a w czerwcu o 1,5°C. Na podstawie współczynnika hydrotermicznego (K) 2017 r. należał do mokrych. Z kolei w 2018 r. zanotowano niedobór opadów, suma opadów w całym okresie wegetacji była o 79,2 mm mniejsza od sumy z wielolecia. Najbardziej suchy był czerwiec, w którym zanotowano opady mniejsze o 34 mm od sumy opadów w wieloleciu. Ponadto 2018 r. należał do bardzo ciepłych, średnia temperatura powietrza była większa o 3,5°C od średniej z wielolecia. W każdym miesiącu wegetacji temperatura powietrza utrzymywała się o 2,5–5,3°C powyżej średniej z wielolecia. Według współczynnika hydrotermicznego (K) 2018 r. zaliczał się do suchych.

Nawożenie organiczne stosowano w formie słomy z pszenżyta ozimego w ilości 4–5 t·ha⁻¹, z dodatkiem azotu (1 kg N na 100 kg przyorywanej słomy) i międzyplonu z gorczycy białej w ilości 15–16 t·ha⁻¹ świeżej masy przyorywanego jesienią. Nawożenie mineralne fosforem (superfosfat wzbogacony – 17,4% P) i potasem (sól potasowa – 49,8% K) stosowano na podstawie zasobności gleby w przyswajalne formy tych składników wczesną wiosną przed zabiegami doprawiającymi glebę przed sadzeniem bulw w dawce 26,2 kg P·ha⁻¹ i 99,6 kg K·ha⁻¹. Nawożenie mineralne azotem (saletrzak 27% N) stosowano wiosną, przed sadzeniem bulw w dawce 100 kg N·ha⁻¹.

Chwasty niszczone mechanicznie, stosując do wschodów roślin ziemniaka (skala BBCH 08) 2-krotnie obsypnik z łańcuchami. Bezpośrednio przed wschodami, po ostatnim obredzeniu zastosowano herbicyd Linurex 500 SC (linuron) w dawce 2 dm³·ha⁻¹, a po wschodach roślin ziemniaka herbicyd Titus 23 WG (rimsulfuron) w dawce 60 g·ha⁻¹. W okresie wegetacji stosowano 3–4 zabiegi przeciwko zarazie ziemniaka, z wykorzystaniem preparatów: Ekonom 72 WP (metalaksyl + mankozeb) w dawce 2 kg·ha⁻¹, Pyton Consento 450 SC (chlorowodorek propamokarbu) w dawce 2 dm³·ha⁻¹, Infinito 687,5 SC (chlorowodorek propamokarbu) w dawce 1,5 dm³·ha⁻¹, Revus 250 SC (mandipropamid) w dawce 0,6 dm³·ha⁻¹. Przeciwko stoncy ziemniaczanej stosowano 3–4 zabiegi z użyciem preparatów: Actara 25 WG (tiametoksam) w dawce 70 g·ha⁻¹, Calypso 480 SC (tiachlopryd) w dawce 75 ml·ha⁻¹ i Apacz 50 WG (chlotianidyna) w dawce 60 g·ha⁻¹.

Wyniki badań opracowano statystycznie, posługując się analizą wariancji. Analizę porównania średnich przeprowadzono z wykorzystaniem testu Tukeya na poziomie p = 0,05. Dla określenia źródeł zmienności poszczególnych cech w zmienności całkowitej przeprowadzono ocenę komponentów wariancyjnych, wykorzystując program Statistica 10. Na podstawie procentowego udziału komponentów wariancyjnych oceniono wpływ warunków pogodowych i odmian na zmienność ubytków naturalnych bulw, rozwoju chorób i masy wytworzonych kiełków.

WYNIKI I DYSKUSJA

Istotne różnice wynikające z ubytków naturalnych bulw ziemniaka, rozwoju chorób i wzrostu kiełków wykazano w stosunku do odmian i zróżnicowanych warunków pogodowych w latach badań. Największe straty bulw po przechowywaniu stanowiły ubytki

naturalne, 57% w sumie analizowanych strat, a najmniejsze, 3,6%, wynikały z kiełkowania bulw. Z przeprowadzonych badań wynika, że ubytki naturalne po długotrwałym okresie przechowywania w sumie ocenianych strat były stosunkowo mniejsze niż dotychczas wykazane [Czerko 2011, Wszelaczyńska i Pobereźny 2011, Wszelaczyńska i in. 2014]. Po mokrym okresie wegetacji ($K = 1,39$) ubytki naturalne wahały się od 4,54% w przypadku jadalnej odmiany Lawenda do 8,30% w przypadku skrobiowej odmiany Widawa. Z kolei po suchym roku najmniejsze ubytki naturalne po przechowywaniu stwierdzono u bulw jadalnych odmiany Otolia i Mazur (odpowiednio 5,40 i 5,57%), a największe u bulw skrobiowej odmiany Widawa (11,85%) – tabela 3.

Tabela 3. Ubytki naturalne bulw po przechowywaniu w latach 2017–2018 (%)

Table 3. Natural losses of tubers after storage in the years 2017–2018 (%)

Odmiana/Variety	2017	2018	Średnia/Mean
Bohun	5,33 ^e	6,88 ^e	6,10 ^{de}
Impresja	6,68 ^{bc}	8,29 ^c	7,48 ^{bcd}
Lady Rosetta	7,32 ^b	10,61 ^b	8,96 ^{abc}
Lawenda	4,54 ^g	7,58 ^d	6,06 ^{de}
Madeleine	6,68 ^{bc}	6,20 ^f	6,44 ^{de}
Magnolia	6,49 ^d	7,10 ^{de}	6,80 ^{de}
Lech	7,17 ^b	7,72 ^d	7,44 ^{bcd}
Mazur	5,13 ^{ef}	5,57 ^g	5,35 ^e
Otolia	5,57 ^e	5,40 ^g	5,48 ^e
Mieszko*	7,24 ^b	10,79 ^b	9,01 ^{ab}
Szyper*	6,58 ^{bc}	8,08 ^c	7,33 ^{cd}
Widawa*	8,30 ^a	11,85 ^a	10,08 ^a
Średnia/Mean	6,42 ^b	8,00 ^a	

* odmiany skrobiowe/ starch varieties

Wartości oznaczone tą samą literą nie różnią się istotnie przy $p = 0,05$

Values followed by the same letter are not significantly different at $p = 0.05$

Większe ubytki naturalne bulw w roku o mniejszych opadach w okresie wegetacji były potwierdzeniem wcześniejszych badań [Czerko 2011, Krochmal-Marczak i in. 2020]. Niezależnie od badanych lat odmiany Mazur i Otolia charakteryzowały się najmniejszymi ubytkami naturalnymi (średnio 5,42%), a odmiana Widawa największymi (średnio 10,08%). Ogólnie w roku wilgotnym (2017 r.) ubytki naturalne podczas przechowywania bulw wszystkich odmian kształtowały się poniżej 10%, co w nawiązaniu do literatury przedmiotu dowodziło ich dobrej jakości przechowalniczej [Sowa-Niedziałkowska 2004, Sobol 2005b]. W roku suchym jedynie w przypadku odmian Lady Rosetta, Mieszko i Widawa wykazano nieznaczne przekroczenie, powyżej 10%, ubytków naturalnych. Istotny wpływ właściwości genetycznych odmian na wielkość ubytków naturalnych podczas przechowywania bulw podkreślili również [Czerko 2011, Broćić i in. 2016, Grudzińska 2016]. Według Ezekiela i in. [2004] poziom ubytków naturalnych w odniesieniu do odmian może zależeć od grubości skórki bulw, a grubsza peryderma może być bardziej przepuszczalna dla wody i przyczyniać się do wzrostu ubytków naturalnych. Z kolei Khanal i Bhattarai [2020] podkreślili, że odmiany różniły się odpornością na porażenie chorobami, a bulwy porażone chorobami odparowują więcej wody, co równoznaczne było z większymi ubytkami naturalnymi. Ogólnie większym

poziomem ubytków naturalnych charakteryzowały się odmiany skrobiowe, co wykazali również w badaniach Czerko i Jankowska [2013] oraz Grudzińska [2016]. Z kolei Grudzińska i Mańkowski [2018] wykazali, że poziom ubytków naturalnych bulw u odmian jadalnych uprawianych w latach wilgotnych był większy niż w przeprowadzonych badaniach i stanowił od 8 do 10%. Spośród jadalnych odmiana Lady Rosetta charakteryzowała się największymi ubytkami naturalnymi podczas przechowywania i jednocześnie podwyższoną w porównaniu z pozostałymi zawartością skrobi. Z wcześniejszych badań wynikało, że odmiany o większej zawartości suchej masy i skrobi były bardziej podatne na uszkodzenia mechaniczne, co przekładało się na zwiększenie transpiracji i oddychania i jednocześnie zwiększenie ubytków przechowalniczych [Ghazavi i Houshmand 2010]. Według Gruczka i in. [2004] wzrost zawartości suchej masy o 1% powodował zwiększenie o 2,7% wartości wskaźnika uszkodzeń mechanicznych.

Na ogół lata z nadmiarem opadów w okresie wegetacji mogą przyczynić się do wzrostu strat spowodowanych rozwojem chorób. Dodatkowo niedostateczna ochrona roślin podczas wegetacji może przyczynić się dalszego rozwoju chorób podczas przechowywania bulw [Naerstad i in. 2007, Łozowska i in. 2017]. Osowski [2016] potwierdził również, że trwałość przechowalnicza bulw zależała między innymi od podatności roślin na choroby grzybowe i bakteryjne w okresie wegetacji. W przeprowadzonych badaniach udział bulw porażonych chorobami po przechowywaniu stanowił 39,4% sumy całkowitych strat i wyższy był od 11% do 15% niż we wcześniejszych badaniach [Grudzińska i Mańkowski 2018, Trawczyński i Wierzbicka 2018]. Wynikało to głównie zwysokiego porażenia chorobami, od 11% do 38,46% bulw odmian skrobiowych po przechowywaniu, szczególnie uprawianych w roku z nadmiarem opadów. W roku z niedoborem opadów w okresie wegetacji w przypadku większości odmian jadalnych nie stwierdzono bulw porażonych chorobami po przechowywaniu. W przypadku 3 odmian porażenie bulw chorobami było niewielkie i stanowiło do 3,6%. U odmian skrobiowych porażenie bulw chorobami po przechowywaniu wahało się od 5,6 do 6,4% (tab. 4).

Tabela 4. Straty spowodowane porażeniem bulw chorobami przechowalniczymi w latach 2017–2018 (%)

Table 4. Losses caused by tuber infection with storage diseases in the years of 2017–2018 (%)

Odmiana/Variety	2017	2018	Średnia/Mean
Bohun	0,00 ^h	0,00 ^f	0,00 ^e
Impresja	0,73 ^h	0,00 ^f	0,36 ^e
Lady Rosetta	0,00 ^h	0,00 ^f	0,00 ^e
Lawenda	3,34 ^f	0,00 ^f	1,67 ^e
Madeleine	3,21 ^f	0,00 ^f	1,60 ^e
Magnolia	0,00 ^h	0,00 ^f	0,00 ^e
Lech	7,89 ^d	3,60 ^c	5,74 ^d
Mazur	1,48 ^g	2,85 ^e	2,16 ^e
Otolia	6,92 ^e	3,08 ^d	5,00 ^d
Mieszko*	11,00 ^c	5,64 ^b	8,32 ^c
Szyper*	38,46 ^a	6,44 ^a	22,45 ^a
Widawa*	18,62 ^b	6,36 ^a	12,49 ^b
Średnia/Mean	7,64 ^a	2,33 ^b	

* odmiany skrobiowe/starch varieties

Wartości oznaczone tą samą literą nie różnią się istotnie przy $p = 0,05$

Values followed by the same letter are not significantly different at $p = 0.05$

Istotnie zróżnicowany poziom strat bulw po przechowywaniu zależy od odmian wynikający z rozwoju chorób wykazali między innymi Sowa-Niedziałkowska i Zgórska [2005] oraz Grudzińska i Mańkowski [2018]. Średnio straty spowodowane chorobami przechowalniczymi stanowiły od 2,33% po suchym okresie wegetacji do 7,64% po mokrym okresie wegetacji (tab. 4). We wcześniejszych badaniach wykazano, że poziom strat spowodowany chorobami przechowalniczymi był znacznie mniejszy i w roku wilgotnym stanowił średnio 4,4%, natomiast w suchym tylko 0,7% [Trawczyński i Wierzbicka 2018]. Mogło to wynikać z mniejszej ilości opadów w suchym i wilgotnym okresie wegetacji zanotowanych w przeprowadzonych badaniach. Większe porażenie bulw chorobami przechowalniczymi spowodowane nadmiarem opadów w okresie wegetacji uzyskali również Czerko i Jankowska [2013].

Poza ubytkami naturalnymi i chorobami kiełkowanie stanowi trzeci, procentowo najmniejszy rodzaj strat bulw po przechowywaniu. Należy jednak mieć na uwadze, że nawet bulwy z małymi kiełkami stanowią zagrożenie wzrostem poziomu szkodliwych dla zdrowia glikoalkaloidów, co ma przede wszystkim znaczenie w przypadku bulw odmian jadalnych [Kasnak i Artik 2018]. Masa uzyskanych kiełków różniła się istotnie pomiędzy analizowanymi latami uprawy odmian. Po wilgotnym okresie wegetacji strat bulw spowodowanych kiełkowaniem nie stwierdzono w przypadku odmiany Szyper. W przypadku odmian Madeleine, Mazur, Lawenda, Widawa i Otolia wykazano niewielkie straty, do 0,1%. Największe straty bulw przez kiełkowanie (0,36%) stwierdzono u odmiany Lech (tab. 5).

Tabela 5. Straty przechowalnicze bulw spowodowane kiełkowaniem w latach 2017–2018 (%)
Table 5. Storage losses of tubers due to sprouting in the years of 2017–2018 (%)

Odmiana/Variety	2017	2018	Średnia/Mean
Bohun	0,13 ^d	0,36 ^g	0,24 ^{cd}
Impresja	0,14 ^d	1,57 ^b	0,86 ^a
Lady Rosetta	0,26 ^b	1,77 ^a	1,01 ^a
Lawenda	0,06 ^e	0,60 ^e	0,33 ^e
Madeleine	0,04 ^e	0,58 ^e	0,31 ^e
Magnolia	0,17 ^c	0,94 ^d	0,56 ^e
Lech	0,36 ^a	1,36 ^c	0,86 ^a
Mazur	0,04 ^f	0,14 ^h	0,09 ^d
Otolia	0,10 ^{de}	0,41 ^{fg}	0,26 ^e
Mieszko*	0,24 ^b	0,94 ^d	0,59 ^b
Szyper*	0,00 ^e	0,46 ^f	0,23 ^{cd}
Widawa*	0,09 ^{de}	0,48 ^f	0,28 ^c
Średnia/Mean	0,13 ^b	0,80 ^a	

*odmiany skrobiowe/starch varieties

Wartości oznaczone tą samą literą nie różnią się istotnie przy $p = 0,05$

Values followed by the same letter are not significantly different at $p = 0.05$

Po suchym okresie wegetacji masa kiełków po przechowywaniu wzrosła i kształtowała się od 0,14% w przypadku odmiany Mazur do 1,77% w przypadku odmiany Lady Rosetta. Średnio w latach najmniejszymi stratami wynikającymi z kiełkowania bulw po przechowywaniu charakteryzowała się odmiana Mazur, a największymi odmiana Lady

Rosetta (tab. 5). Istotne zróżnicowanie odmian pod względem strat spowodowanych kiełkowaniem bulw potwierdzili między innymi Czerko i Grudzińska [2014], Sobol [2005a] oraz Grudzińska [2016]. Na podstawie wcześniejszych badań wykazano, że po latach suchych może nastąpić skrócenie okresu spoczynku, co powodowało szybsze kiełkowanie bulw i wzrost masy kiełków w okresie przechowywania [Daniels-Lake i Prange 2007, Krochmal-Marczak i in. 2020]. Niezależnie od badanych odmian starty spowodowane kiełkowaniem bulw podczas przechowywania, stanowiły od 0,13% po mokrym okresie wegetacji do 0,80% po uprawie ziemniaków w suchym okresie wegetacji. Zbieżność odnośnie do warunków pogodowych w latach w stosunku do strat masy bulw przez kiełkowanie uzyskano we wcześniejszych badaniach [Trawczyński i Wierzbicka 2018]. Poziom strat wynikający z kiełkowania bulw po przechowywaniu w przeprowadzonych badaniach był większy w porównaniu z uzyskanymi przez cytowanych autorów. Wynikać to mogło z wyższej temperatury powietrza utrzymującej się przez przeważającą część okresu wegetacji w suchym 2018 r.

Suma strat przechowalniczych bulw odmian jadalnych po mokrym okresie wegetacji wahała się od 5,46% w przypadku odmiany Bohun do 15,42% w przypadku odmiany Lech. U odmian skrobiowych suma strat była znacznie wyższa i stanowiła od 18,48 u odmiany Mieszko do 45,04% u odmiany Szyper (tab. 6).

Tabela 6. Suma strat bulw po przechowywaniu w latach 2017–2018 (%)
Table 6. Sum of tuber losses after storage in the years of 2017–2018 (%)

Odmiana Variety	2017	2018	Średnia Mean	Trwałość** Storability
Bohun	5,46 ⁱ	7,24 ^h	6,34 ^g	9
Impresja	7,55 ^g	9,86 ^e	8,70 ^{efg}	8
Lady Rosetta	7,58 ^g	12,38 ^d	9,97 ^{ef}	7
Lawenda	7,94 ^g	8,18 ^g	8,06 ^{efg}	8
Madeleine	9,93 ^f	6,78 ⁱ	8,35 ^{efg}	8
Magnolia	6,66 ^h	8,04 ^f	7,36 ^{fg}	9
Lech	15,42 ^d	12,68 ^d	14,04 ^d	5
Mazur	6,65 ^h	8,56 ^{ef}	7,60 ^{fg}	9
Otolia	12,59 ^e	8,89 ^{ef}	10,74 ^e	7
Mieszko*	18,48 ^c	17,37 ^b	17,92 ^c	3
Szyper*	45,04 ^a	14,98 ^c	30,01 ^a	1
Widawa*	27,01 ^b	18,69 ^a	22,85 ^b	2
Średnia/Mean	14,19 ^a	11,13 ^b		

* odmiany skrobiowe/ starch varieties

** trwałość przechowalnicza w skali 9-stopniowej/ storability in 9 degree scale

Wartości oznaczone tą samą literą nie różnią się istotnie przy $p = 0,05$

Values followed by the same letter are not significantly different at $p = 0.05$

W badaniach Grudzińskiej i Mańkowskiego [2018] suma strat przechowalniczych bulw po wilgotnym okresie wegetacji (2011 r.) była większa i w przypadku odmian jadalnych wahała się od 8,30 do 25%, natomiast średnio w latach zbliżona była do wartości uzyskanych w przeprowadzonych badaniach. Po suchym okresie wegetacji straty przechowalnicze stanowiły od 6,78 do 12,68% odpowiednio dla odmian jadalnych Madeleine i Lech. Z kolei w przypadku odmian skrobiowych straty były większe i wahały

się od 14,98% (odmiana Szyper) do 18,69% (odmiana Widawa). Średnio w latach ogólne straty bulw badanych odmian po wilgotnym okresie wegetacji stanowiły 14,19%, natomiast po suchym – 11,13% (tab. 6). Zbliżony poziom strat przechowalniczych, od 10 do 13%, stwierdzili w badaniach Singh i Kaur [2016] oraz Khanal i Bhattarai [2020]. Z kolei z badań Broćića i in. [2016] wynikało, że ogólne straty po przechowywaniu bulw różnych odmian ziemniaków były mniejsze i wahały się od 4,7 do 9,4%.

W przeprowadzonych badaniach wykazano, że najlepszą trwałością przechowalniczą (9) charakteryzowały się jadalne odmiany Bohun, Magnolia i Mazur, a najgorszą (1) skrobiowa odmiana Szyper (tab. 6). Z reguły stwierdza się, że bulwy odmian skrobiowych charakteryzują się gorszą trwałością przechowalniczą niż odmiany jadalne, co eliminuje je z długotrwałego przechowywania [Czerko 2016, Grudzińska 2016, Trawczyński i Wierzbicka 2018].

W przeprowadzonych badaniach wykazano, że większy wpływ na straty ilościowe bulw po przechowywaniu miały warunki pogodowe w okresie wegetacji niż czynnik odmianowy. Największy udział warunków pogodowych okresu wegetacji zaznaczył się w masie kielków po przechowywaniu, mniejszy w poziomie ubytków naturalnych bulw, a najmniejszy w porażeniu bulw chorobami. Natomiast czynnik odmianowy decydował w 30,1% o rozwoju chorób przechowalniczych, w 21,5% o stratach spowodowanych ubytkami naturalnymi oraz w najmniejszym stopniu, 6,1%, o wzroście kielków (tab. 7).

Tabela 7. Wpływ odmian i lat na powstawanie strat przechowalniczych określonych metodą komponentów wariancyjnych

Table 7. Influence of varieties and year on the storage losses estimated by the components of variance method

Cecha Feature	Istotność wpływu Significance of the influence			Udział w wariancji całkowitej Share in total variability (%)		
	1	2	1 x 2	1	2	1 x 2
Ubytki naturalne Natural losses	xx	xx	xx	21,5	73,3	5,2
Choroby Diseases	xx	xx	xx	30,1	56,1	13,8
Kielki Sprouts	xx	xx	xx	6,1	90,5	3,4

1 – odmiana/cultivar

2 – rok/year

Istotne przy $p = 0,05 - x$; $p = 0,01 - xx$ / Significant at $p = 0,05 - x$; $p = 0,01 - xx$

W badaniach Sowy-Niedziałkowskiej [2000] czynnik odmianowy w większym procencie determinował udział chorób przechowalniczych (40%) oraz w nieco mniejszym (18%) ubytki naturalne w porównaniu z przeprowadzonymi badaniami. W badaniach Trawczyńskiego i Wierzbickiej [2018] udział czynnika pogodowego w masie kielków był znacznie mniejszy, prawdopodobnie z uwagi na niższą temperaturę powietrza w okresie wegetacji, która przyczynić się mogła do wydłużenia okresu spoczynku bulw

i późniejszego ich kiełkowania. Z kolei znacznie większy niż we wcześniejszych badaniach udział czynnika odmianowego w stratach bulw spowodowany rozwojem chorób przechowalniczych związany mógł być z większym poziomem opadów w okresie wegetacji w przeprowadzonych badaniach.

WNIOSKI

1. Właściwości odmianowe i przebieg warunków pogodowych w okresie wegetacji miały istotny wpływ na straty spowodowane ubytkami naturalnymi, rozwojem chorób i wzrostem kiełków w okresie przechowywania bulw badanych odmian.

2. Dominujący udział w stratach bulw po przechowywaniu, od 56,1% do 90,5%, miały warunki pogodowe w okresie wegetacji.

3. Istotnie większą masę ubytków naturalnych i kiełków po przechowywaniu bulw stwierdzono po suchym okresie wegetacji, natomiast porażenie bulw chorobami po mokrym okresie wegetacji.

4. Badane odmiany pod względem trwałości przechowalniczej były bardzo różnicowane i ich ocena wahała się w całym zakresie przyjętej skali.

PIŚMIENNICTWO

- Abbasi K.S., Masud T., Qayyum A., Khan S.U., Abbas S., Jenks M.A., 2016. Storage stability of potato variety Lady Rosetta under comparative temperature regimes. *Sains Malays.* 45(5), 677–688. http://www.ukm.my/jsm/pdf_files/SM-PDF-45-5-2016/03_Kashif.pdf
- Asmamaw Y., Tekalign T., Workneh T.S., 2010. Specific gravity, dry matter concentration, pH, and crisp-making potential of Ethiopian potato (*Solanum tuberosum* L.) cultivars as influenced by growing environment and length of storage under ambient conditions. *Pot. Res.* 53, 95109. <https://doi.org/10.1007/s11540-010-9154-1>
- Bac S., Koźmiński C., Rojek M., 1998. *Agrometeorologia*. PWN Warszawa, s. 274.
- Bradshaw J.E., Wale S. (ed.) 2020. Achieving sustainable cultivation of potatoes. Vol. 2. Production, storage and crop protection. *Potato Res.* 63, 139–142. <https://doi.org/10.1007/s11540-019-09443-y>
- Broćić Z., Dolijanović Ž., Poštić D., Milošević D., Savić J., 2016. Yield, tuber quality and weight losses during storage of ten potato cultivars grown at three sites in Serbia. *Pot. Res.* 59, 21–34. <https://doi.org/10.1007/s11540-015-9311-7>
- Czerko Z., 2011. Przechowywalność sześciu odmian ziemniaka uprawianych w latach 2007–2009. *Biul. IHAR* 262, 127–139.
- Czerko Z., 2016. *Technika i technologia przechowywania ziemniaków*. Monogr. Rozpr. Nauk. IHAR – PIB 50, Radzików, 135 ss.
- Czerko Z., Jankowska J., 2013. Wpływ odmiany, temperatury przechowywania i warunków pogodowych podczas wegetacji na straty przechowalnicze 11 odmian ziemniaka badanych w latach 2009–2011. *Biul. IHAR* 267, 131–144.
- Czerko Z., Grudzińska M., 2014. Wpływ warunków wegetacji i przechowywania na kiełkowanie bulw ziemniaka. *Biul. IHAR* 271, 119–127.
- Daniels-Lake B.J., Prange R.K., 2007. The canon of potato science: 41. Sprouting. *Pot. Res.* 50, 379–382. <https://doi.org/10.1007/s11540-008-9065-6>

- Ezekiel R., Singh B., Sharma M.L., Garg I.D., Paul Khurana S.M., 2004. Relationship between weight loss and periderm thickness in potatoes stored at different temperatures. *Potato J.* 31, 135–140.
- FAO, 2015. World reference database for soil resources 2014. International soil classification system for naming soil and creating legends for soil maps. World Soil Resources Reports 106, FAO, Rome 2015, s. 192. <https://www.fao.org/3/i3794en/I3794en.pdf>
- Gruczek T., Lutomirska B., Sowa-Niedziałkowska G., 2004. Podatność odmian ziemniaka na uszkodzenia mechaniczne bulw i straty przechowalnicze. *Biul. IHAR* 232, 233–242.
- Grudzińska M., 2016. Trwałość przechowalnicza wybranych odmian ziemniaka przechowywanych w temperaturze 5°C. *Ziem. Pol.* 3, 51–55.
- Grudzińska M., Mańkowski D., 2018. Losses during storage of potato varieties in relation to weather conditions during the vegetation period and temperatures during long-term storage. *Am. J. Potato Res.* 95, 130–138. <https://doi.org/10.1007/s12230-017-9617-x>
- Ghazavi M.A., Houshmand S., 2010. Effects of mechanical damage and temperature on potato respiration rate and weight loss. *World Appl. Sci. J.* 8(5), 647–652.
- Heltoft P, Wold A.B., Molteberg E.L., 2017. Maturity indicators for prediction of potato (*Solanum tuberosum* L.) quality during storage. *Postharvest Biol. Technol.* 129, 97–106. <https://doi.org/10.1016/j.postharvbio.2017.03.011>
- Kasnak C., Artik N., 2018. Change in some glycoalkaloids of potato under different storage regimes. *Potato Res.* 61, 183–193. <https://doi.org/10.1007/s11540-018-9367-2>
- Khanal S., Bhattarai K., 2020. Study on post-harvest losses of potato in different storage conditions. *J. Food Sci. Technol. Nepal.* 12, 14–19 <https://doi.org/10.3126/jfstn.v12i12.25298>
- Krochmal-Marczak B., Sawicka B., Krzysztofik B., Danilčenko H., Jariene E., 2020. The effects of temperature on the quality and storage stability of sweet potato (*Ipomoea batatas* L. [Lam]) grown in Central Europe. *Agronomy* 10, 1665. <https://doi.org/10.3390/agronomy10111665>
- Łozowska A., Osowski J., Gawińska-Urbanowicz H., 2017. Sucha zgnilizna bulw ziemniaka – nieustające zagrożenie okresu przechowalniczego. *Ziemn. Pol.* 1, 25–30.
- Naerstad R.H., Hermanson A., Bjor T., 2007. Effect of cultivar resistance and haulm killing method on tuber infection by *Phytophthora infestans*. *Pot. Res.* 50(2), 157–173. <https://doi.org/10.1007/s11540-008-9042-0>
- Osowski J., 2016. Choroby przechowalnicze ziemniaka. *Ziemn. Pol.* 1, 30–34.
- Roztropowicz S., 1999. Metodyka obserwacji, pomiarów i pobierania prób w agrotechnicznych doświadczeniach z ziemniakiem. *Wyd. IHAR, Oddział Jadwisin*, 46–47.
- Singh J., Kaur L., 2016. Postharvest storage of potatoes. W: *Advances in potato chemistry and technology* (2nd ed.). Academic Press, USA.
- Sobol Z., 2005a. Określenie strat ilościowych bulw ziemniaka. Cz. I. Straty spowodowane kiełkowaniem. *Inż. Rol.* 10(70), 341–348.
- Sobol Z., 2005b. Określenie strat ilościowych bulw ziemniaka. Cz. II. Ubytki naturalne. *Inż. Rol.* 10(70), 349–357.
- Sowa-Niedziałkowska G., 2000. Wpływ warunków wzrostu roślin i magazynowania bulw odmian jadalnych ziemniaka na ich trwałość przechowalniczą. *Biul. IHAR* 213, 225–232.
- Sowa-Niedziałkowska G., 2004. Określenie strat przechowalniczych nowych odmian ziemniaka. *Biul. IHAR* 232, 249–258.
- Sowa-Niedziałkowska G., Zgórska K., 2005. Wpływ czynnika termicznego i odmianowego na zmiany ilościowe w czasie długotrwałego przechowywania bulw ziemniaka. *Pam. Puł.* 139, 233–243.
- Trawczyński C., Wierzbička A., 2018. Wpływ odmiany i warunków pogodowych w okresie wegetacji na straty przechowalnicze bulw ziemniaka. *Fragm. Agron.* 35(3), 109–117.

- Wszelaczyńska E., Pobereźny J., 2011. Effects of bioelements (N, K, Mg) and long-term storage of potatoes tubers on quantitative and qualitative losses. Part I. Natural losses. *J. Elem.* 16(1), 135–142. <https://doi.org/10.5601/jelem.2011.16.1.135-142>
- 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.
- Wustman R., Struik C., 2007. The canon of potato science: 35. Seed and ware potato storage. *Pot. Res.* 50, 351–355. <https://doi.org/10.1007/s11540-008-9049-6>

Źródło finansowania: Praca została sfinansowana ze środków Ministerstwa Rolnictwa i Rozwoju Wsi w ramach realizacji Programu Wieloletniego dla Instytutu Hodowli i Aklimatyzacji Roślin – PIB Radzików, Oddział w Jadwisinie.

Summary. The research was carried out at the Plant Breeding and Acclimatization Institute, Jadwisin Branch in two storage seasons 2017/2018 and 2018/2019. The aim of the experiment was to assess the amount of storage losses of potato tubers shaped under the influence of various weather conditions during the growing season. The research covered 9 new edible varieties (Bohun, Impresja, Lady Rosetta, Lawenda, Madeleine, Magnolia, Lech, Mazur, Otolia) and 3 starch varieties (Mieszko, Szyper, Widawa). The varieties were grown on light soil in two growing seasons: wet (2017) and dry (2018). The assessment of losses caused by natural defects, the development of diseases and the growth of sprouts was carried out after 6 months of storing the tubers in the chamber at 5°C and 90–92% humidity. The genetic properties of the varieties and the weather conditions, rainfall and air temperature varied over the years had a highly significant impact on all types of storage losses. After the wet vegetation period, losses caused by natural losses of tubers after storage amounted to 6.42%, diseases caused 7.64% and tuber sprouting 0.13%. After the dry growing season, natural losses of tubers after storage increased by 1.42%, losses due to sprouting by 0.67%, and disease infestation decreased by 5.31%. After a dry growing season, the lowest storage losses were found for tubers of var. Madeleine and the highest for var. Widawa. After the wet growing season, the Bohun variety showed the lowest storage losses, and the greatest losses were found for the Szyper variety. The best degree of storability in the research years was found for the varieties: Bohun, Magnolia and Mazur.

Key words: diseases, sprouts, storage, natural losses, weather conditions, potato

Otrzymano/Received: 23.09.2021
Zaakceptowano/Accepted: 11.12.2021