

UNIwersytet Przyrodniczy we Wrocławiu

Katedra Szczegółowej Uprawy Roślin

ROZPRAWA DOKTORSKA

*Bartłomiej Wojciech Spyrka*

Wpływ warunków siedliskowych na powstawanie i wielkość  
uszkodzeń mechanicznych bulw ziemniaka dla  
przetwórstwa spożywczego

INFLUENCE OF HABITAT CONDITIONS ON THE FORMATION AND SIZE OF  
THE MECHANICAL DAMAGES OF POTATO TUBERS FOR FOOD  
PROCESSING INDUSTRY

Praca doktorska

wykonana pod kierunkiem

prof. dr hab. Urszuli Prošby-Białczyk

WROCLAW, MMXIII

Składam serdeczne podziękowania osobom, które przyczyniły się do powstania tej pracy.

Szczególne podziękowania składam Pani Promotor prof. dr. hab. Urszuli Prošbie-Białczyk za pomoc i życzliwość okazaną w trakcie redagowania niniejszej rozprawy.

Dziękuję...

## Spis treści

1. WSTĘP.....	5
2. PRZEGLĄD PIŚMIENICTWA.....	7
2.1 Uwarunkowania siedliskowe.....	11
2.1.1 Temperatura.....	11
2.1.2 Opady.....	12
2.1.3 Gleba.....	14
2.2 Czynniki odmianowe.....	15
2.3 Czynniki agrotechniczne.....	17
2.3.1 Przedplon.....	18
2.3.2 Przygotowanie gleby.....	19
2.3.3 Nawadnianie i nawożenie.....	20
2.3.4 Sadzenie.....	21
2.3.5 Ochrona.....	22
2.3.6 Zbiór.....	23
2.4 Przechowywanie.....	28
3. CEL BADAŃ.....	32
4. METODYKA.....	33
4.1 Zakres badań.....	33
4.2 Charakterystyka odmian.....	34
4.3 Badania polowe.....	36
4.4 Analiza uszkodzeń mechanicznych.....	37
4.5 Badania laboratoryjne.....	38
4.6 Badania tkankowe.....	39
4.7 Ocena statystyczna.....	40
4.8 Sposób przedstawienia wyników.....	40
5. WARUNKI PROWADZENIA BADAŃ.....	42

5.1	Warunki glebowe.....	42
5.2	Warunki klimatyczne.....	45
5.3	Warunki agrotechniczne.....	49
5.4	Warunki przechowywania ziemniaków.....	50
6.	WYNIKI.....	51
6.1	Uszkodzenia mechaniczne (wskaźnik uszkodzeń – % ).....	51
6.1.1	Warunki gleby ciężkiej – klasa IIIa (P1).....	51
6.1.2	Warunki gleby lekkiej – klasa IVa (P2).....	65
6.1.3	Warunki gleby ciężkiej – klasa II (P3).....	79
6.1.4	Warunki gleby ciężkiej – klasa IIIb (P4).....	93
6.2	Zależności pomiędzy temperaturą bulwy a procentowym udziałem bulw uszkodzonych.....	106
6.2.1	Warunki gleby ciężkiej – klasa IIIa (P1).....	107
6.2.2	Warunki gleby lekkiej – klasa IVa (P2).....	112
6.2.3	Warunki gleby ciężkiej – klasa II (P3).....	118
6.2.4	Warunki gleby ciężkiej – klasa IIIb (P4).....	122
6.3	Analizy tkankowe i laboratoryjne.....	126
6.3.1	Obciążenia krytyczne.....	126
6.3.2	Wielkość komórek.....	130
6.3.3	Sucha masa i skrobia oraz makro- pierwiastki w bulwach	135
7.	DYSKUSJA I WNIOSKI.....	138
8.	SPIS LITERATURY.....	145

## 1. WSTĘP

Uszkodzenia mechaniczne bulw są jednym z najtrudniejszych problemów w produkcji ziemniaka. Złożoność oraz wagę tego zagadnienia dostrzeżono już ponad sto lat temu, bo w 1912 roku. Wtedy to, powstała pierwsza praca na ten temat zredagowana przez Horne'a (1912). Pomimo wielu lat badań oraz znacznego postępu biologicznego, jak i technologicznego problem uszkodzeń mechanicznych bulw ziemniaka nadal nie został rozwiązany.

W 1982 roku w Stanach Zjednoczonych Ameryki Północnej powołano specjalny narodowy komitet (National Potato Anti-Bruise Committee), który miał podjąć działania mające na celu rozwiązanie problemu uszkodzeń bulw. Komitet ten działa do dnia dzisiejszego, ponieważ straty ponoszone przez rolnictwo i przetwórstwo ziemniaka są bardzo dotkliwe. Szacuje się, że obniżenie ilości uszkodzonych bulw w USA tylko o 1%, dałoby w skali tego kraju oszczędności rzędu około 7,5 mln USD rocznie, zaś w Wielkiej Brytanii straty z tego tytułu kosztują brytyjskich rolników około 26 mln GBP lub w przeliczeniu 200 GBP · ha<sup>-1</sup> rocznie (Storey 2008).

Problem uszkodzeń mechanicznych bulw nabrał dużego znaczenia w momencie wzrostu intensyfikacji i zwiększenia areалу uprawy w pojedynczych gospodarstwach. Na plantacjach wielkopowierzchniowych nastąpiło maksymalne zmechanizowanie prac na wszystkich etapach produkcji i marketingu tego surowca. Stosowanie nowoczesnych i skomplikowanych urządzeń technicznych do zbioru, transportu, załadunku i przeładunku, przechowywania oraz przygotowania do sprzedaży powoduje wzrost stopnia uszkodzeń. Każdy kontakt bulwy z elementami roboczymi maszyn wykorzystywanych w wymienionych wyżej etapach, może być przyczyną nadmiernego obciążenia prowadzącego do powstawania defektów. Wielkość uszkodzeń mechanicznych jest na ogół tym większa, im wyższy jest stopień mechanizacji w procesie pozyskania i obróbki plonu ziemniaka (FAO 2009, Haverkort i in. 2002, Lutomirska 2009, Preston i Glynn 1995).

Konsumpcja ziemniaków w Polsce, mimo wieloletniego trendu spadkowego, jest na tle krajów UE-25, w dalszym ciągu bardzo wysoka. Nasz kraj zajmuje drugie (po Łotwie) miejsce pod względem wielkości spożycia ziemniaków w przeliczeniu na 1 mieszkańca. Jest ono ponad 3-krotnie wyższe niż na Cyprze i we Włoszech oraz ponad 2-krotnie większe niż w Szwecji, Austrii, Słowenii i we Francji. Do krajów o wysokim spożyciu ziemniaków (powyżej 100 kg na mieszkańca rocznie) zalicza się także Portugalię, Litwę, Estonię, Irlandię, Belgię i Luksemburg oraz Wielką Brytanię.

Przetwórstwo ziemniaka musi wprowadzać nowe produkty, aby zainteresować większą rzeszę odbiorców. Spożycie przetworów w Polsce stanowi tylko około 10% całej konsumpcji ziemniaków, wynoszącej około 112 kg (GUS 2012). W innych krajach spożycie przetworów jest dużo większe. Sektor przetwórczy jest dźwignią wprowadzania w naszym kraju postępu technologicznego w uprawie i przechowywaniu ziemniaka. Dopóki pozyskanie surowca dobrej jakości będzie się bardziej opłacało firmom w Polsce, niż w innych krajach, dopóty będą rozwijały swój potencjał w kraju. Dlatego tak ważna jest produkcja surowca o najwyższych parametrach jakościowych, bo tylko taki materiał ma szansę w starciu z coraz to bardziej rosnącą konkurencją.



Fotografia własna

## 2. PRZEGLĄD PIŚMIENICTWA

Jakość zbieranego plonu ziemniaków zależy od wielu czynników. Do najważniejszych należą warunki klimatyczne okresu wegetacji, stosowana technologia uprawy, a szczególnie pielęgnacja, ochrona i nawadnianie oraz metody zbioru i przechowywania. Znaczący wpływ na występowanie wad wyglądu bulw ma także genotyp danej odmiany i jej odporność na stropy biotyczne i abiotyczne (Corsini 1997, Gruczek 2001b, Kral 1994, Nowacki 2007, Stark i Love 2003, Storey i Davies 1992).

Z punktu widzenia gospodarczego najważniejszy jest plon handlowy, który może być sprzedany zgodnie z kierunkiem produkcji. Zdaniem Nowackiego (2006b i 2006c) plon handlowy najczęściej nie przekracza 70% plonu ogólnego, natomiast pozostałą część stanowi tzw. plon uboczny, za który uzyskuje się niską cenę lub przeznaczają na paszę. Do wad obniżających wielkość plonu handlowego ziemniaka należą: bulwy drobne, zdeformowane, z zazielenioną skórką, uszkodzone mechanicznie i przez szkodniki glebowe (drutowce, pędraki, rolnice), porażone parchem zwykłym i srebrzystym oraz ospowatością, a także bulwy zgniłe (Nowacki 2006b).

Liczni autorzy (Bolińska i Gleń 2003, Makaraviciute 2003a i 2003b, Nowacki 2007 i 2010, Płaza i in. 2004, Płaza i Królikowska 2008) podkreślają, że strategicznym celem każdego producenta ziemniaka jest uzyskanie jak najwyższego plonu handlowego i wprowadzenie do obrotu jak największej ilości surowca zgodnie z prowadzonym kierunkiem produkcji. Sprzyjać temu może upowszechnianie nowoczesnej technologii uprawy oraz przechowywania ziemniaków, a szczególnie:

- ✓ powszechność prowadzenia precyzyjnego nawadniania plantacji ziemniaka, a przez to zmniejszenie w plonie ilości bulw drobnych, zdeformowanych, spękanych i porażonych parchem zwykłym;
- ✓ stosowanie zrównoważonego nawożenia opartego na nawozach rolniczych (obornik, komposty, międzyplony), nawozach mineralnych stosowanych dogłębowo oraz nalistnym dokarmianiu uzupełniającym, z uwzględnieniem bieżącego zapotrzebowania na składniki odżywcze uprawianych odmian;
- ✓ stosowanie szerokich międzyrzędzi oraz profilowanie redlin, aby zapobiec zielenieniu bulw, ich uszkodzeniu, deformacjom i spękaniom;
- ✓ odkamienianie gleb przed posadzeniem ziemniaków, a nie w trakcie zbioru, aby zapobiec uszkodzeniom mechanicznym bulw;

- ✓ stosowanie integrowanej, ale „szczelnej” ochrony roślin w okresie wegetacji, aby zapobiegać szerzeniu się chorób i występowaniu szkodników glebowych ziemniaka;
- ✓ oparcie produkcji roślinnej o prawidłowo skonstruowane zmianowanie roślin w płodozmianach, prowadzenie starannej uprawy gleby przed sadzeniem i stosowanie elementarnych zasad higieny przeciwdziałając występowaniu chorób, a szczególnie tych kwarantannowych;
- ✓ stosowanie wyłącznie kwalifikowanego materiału sadzeniakowego znanych i sprawdzonych odmian;
- ✓ stosowanie nowoczesnych metod przechowywania (przechowalnie z regulowaną atmosferą).

Jednym z najpoważniejszych i najtrudniejszych do wyeliminowania problemów w produkcji i marketingu ziemniaka są uszkodzenia mechaniczne, gdyż pogarszają jakość bulw przeznaczanych na cele konsumpcyjne i do przetwórstwa, a ponadto przyczyniają się do zwiększania strat podczas przechowywania (Coria i in. 1998, Danilčenko i in. 2010).

Uszkodzenia mechaniczne bulw są wypadkową wielu czynników, niejednokrotnie trudnych do wydzielenia. Wśród tych czynników podstawową rolę odgrywają: odmiana, środowisko glebowe i czynniki agrotechniczne oraz czynniki związane z pracą maszyn i organizacją zbioru (Gruczek 1996 i 2003, Schpecht 1986).

Mechaniczne uszkodzenia bulw ziemniaka są rezultatem nacisku lub zderzenia z elementami roboczymi zespołów separujących, kanciastymi lub chropowatymi częściami maszyn, kamieniami, bryłami gleby, bądź spadku następującego w trakcie trwania określonego procesu roboczego (rozładunek i załadunek, transport, separacja, składowanie) (Bentini i in. 2006, Blahovec 2006, Gastoł 1985b, Marks 2009, McRae i Fleming 1994, Peters 1996 i 2001, Sowa-Niedziałkowska i Gruczek 2002).

Mechaniczne uszkodzenia mogą występować w różnej postaci (Dănilă i Găceu 2011, Marks 2009, McGarry i in. 1996), a mianowicie:

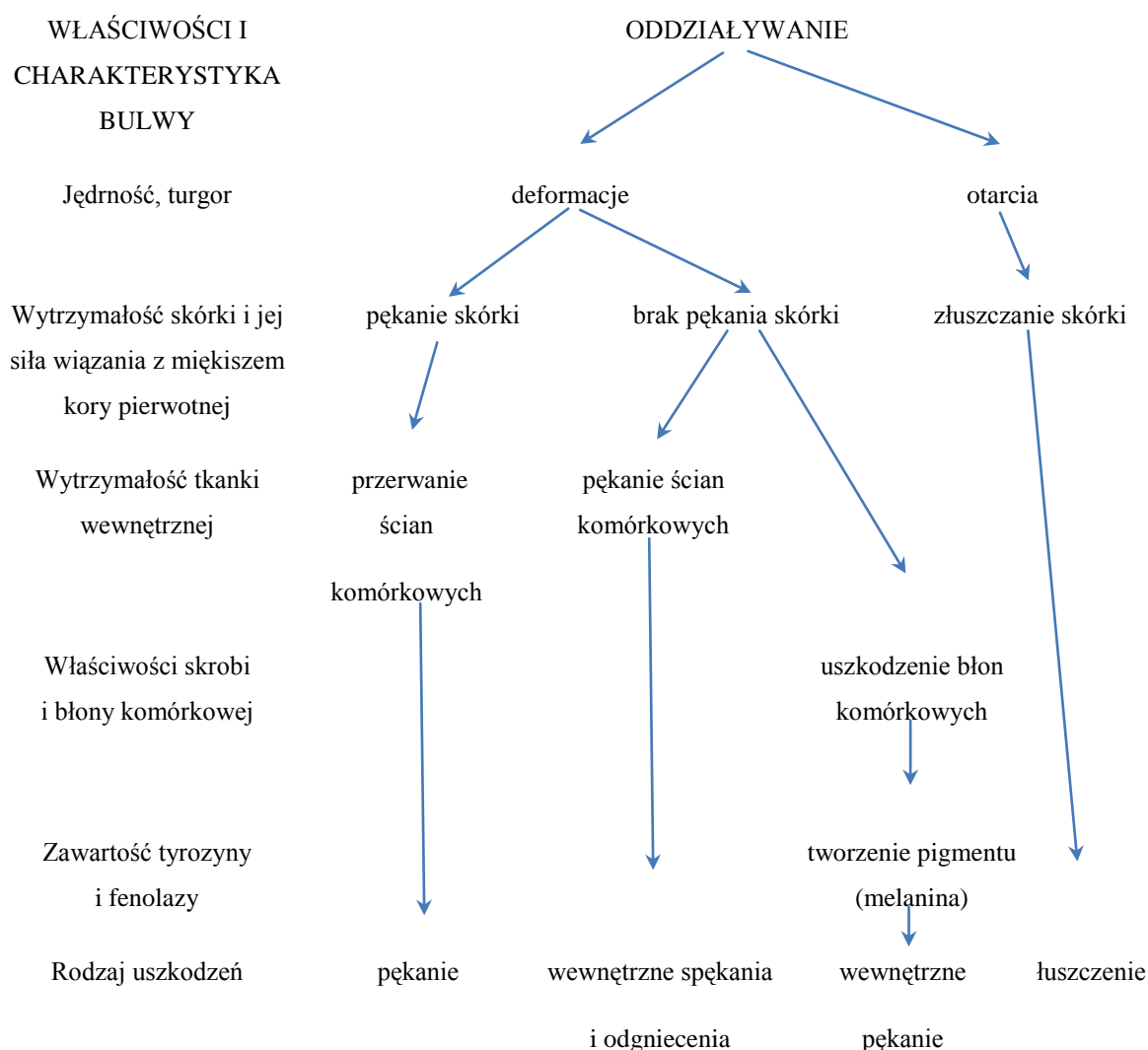
- ✓ uszkodzeń zewnętrznych (widocznych gołym okiem), do których należą rany cięte, punktowe bądź rozległe zmiżdżenia miąższu, pęknięcia bądź rozłamania bulwy oraz otarcie skórki;
- ✓ uszkodzeń wewnętrznych, widocznych dopiero po zdjęciu skórki w postaci uszkodzenia miąższu bulwy bez przzerwania (zniszczenia) skórki, objawiające



się głównie ciemnieniem, zgniecieniem lub pęknięciem miąższu oraz powstawaniem wewnątrz bulw pustych komór.

Każde uszkodzenie, oprócz otarcia skórki wywołuje zmiany w teksturze miąższu bulwy oraz zmiany biochemiczne. W aspekcie fizycznym uszkodzenie jest zniszczeniem ścian komórkowych i struktur wewnątrzkomórkowych, a także naruszeniem przestrzeni międzykomórkowych. Natomiast będący ich następstwem ciąg reakcji biochemicznych zdaniem niektórych badaczy prowadzi nie tylko do ciemnienia enzymatycznego, ale także do dalszej destrukcji komórek zwiększając tym samym zasięg zmian uszkodzeniowych w bulwie (Lutomirska 2009).

Wpływ na powstawanie określonego rodzaju uszkodzeń mają zarówno czynniki zewnętrzne, jak i właściwości samej bulwy. Schemat podziału uszkodzeń przedstawia rysunek 1.



Rysunek 1. Wpływ właściwości bulwy na rodzaj uszkodzeń (źródło: za Hugues 1980, La Pomme de Terre 1996)

Ciemnienie poudzerzeniowe objawia się zarówno na powierzchni jak i pod skórką bulwy w formie plam czarnych, szarych lub niebieskich otoczonych często różnokolorową obwódką. To niepożądane zabarwienie miąższu jest rezultatem tworzenia się pigmentu (melaniny) przez utlenianie enzymatyczne aminokwasu tyrozyny, kwasu chlorogenowego i kawowego przy katalitycznym działaniu enzymu tyrozynazy. Podobne procesy zachodzą przy obieraniu i krojeniu bulw surowych (Bouman 1996, Dean i in. 1993, Dean 1996, Edgell i in. 1998, Laerke i in. 2002, Marks 2009, Matheis 1987, Weber i in. 1980, Zgórska 1989, Zgórska i Frydecka-Mazurczyk 2000a).

Genetyczne uwarunkowanie podatności na ciemnienie poudzerzeniowe nie zostało dotychczas dobrze poznane. Cecha ta jest zarówno dość wysoko odziedziczalna (Pavek i in. 1985, Zgórska i Frydecka-Mazurczyk 2000a), jak też modyfikowana przez warunki uprawowe i przechowywania (Hughes i in. 1975, Mondy i in. 1960, Peterson i Hall 1975, Stark i in. 1985).

Ciemna plamistość poudzerzeniowa obniża jakość ziemniaków przeznaczonych do bezpośredniej konsumpcji i do przetwórstwa oraz powoduje duże straty ekonomiczne (usunięcie uszkodzonych bulw wymaga dodatkowej pracy i kosztów) (Dean i in. 1993, Qi i in. 2011).

Uszkodzenia wewnętrzne bulw objawiające się zmianą zabarwienia miąższu, określane jako ciemna plamistość poudzerzeniowa, rozwijają się po pewnym czasie, są mało widoczne i najczęściej ich rozmiar można ocenić dopiero po obraniu bulw (Laerke i in. 2000). W badaniach prowadzonych w Anglii, około 13% pozornie nieuszkodzonych bulw wykazywało ciemne plamy (Croy i in. 1998). Wielu autorów podaje, że większość mechanicznych uszkodzeń, to uszkodzenia wewnętrzne. W badaniach prowadzonych w Estonii na 32% uszkodzonych bulw więcej niż 66% wykazywało ciemną plamistość (Slim 1996).

Zmiana zabarwienia miąższu bulw jest wynikiem reakcji enzymatycznej, która zachodzi po zniszczeniu ścian komórkowych. Na intensywność reakcji wpływ ma temperatura, czas upływający pomiędzy procesem uszkodzenia bulwy a wystąpieniem objawów oraz podatność warunkowana genotypem (Martins 1996). Dlatego też, jednym ze sposobów zmierzających do ograniczenia występowania ciemnej plamistości poudzerzeniowej bulw jest wyeliminowanie w hodowli odmian bardzo podatnych (Finaly i Bradshaw 2003).

Pęknięcia, rozerwania i zgniecenia wewnętrzne i zewnętrzne są konsekwencją rozerwania (zniszczenia) zwartych ścian komórkowych głównie w wyniku uderzenia z dużą

energią. Podatność bulw na tego rodzaju uszkodzenia jest wyraźną cechą odmianową, jednak podatność ta może być modyfikowana czynnikami otoczenia wpływającymi na strukturę ścian komórkowych i budowę samych komórek. Łuszczenie i otarcia skórki są uszkodzeniami powierzchniowymi wynikającymi z tarcia, jakie zachodzi pomiędzy bulwą, a elementami roboczymi maszyn, które prowadzi do częściowego usunięcia skórki z bulwy. Tego typu uszkodzenia obserwuje się u ziemniaków, które nie są w pełni dojrzałe, tzn., że nie mają w pełni wykształconej warstwy korka. Peryderma stanowi główną tkankę, która zabezpiecza bulwy przed uderzeniem elementów maszyn (Czerko 2011, Marks 2009).

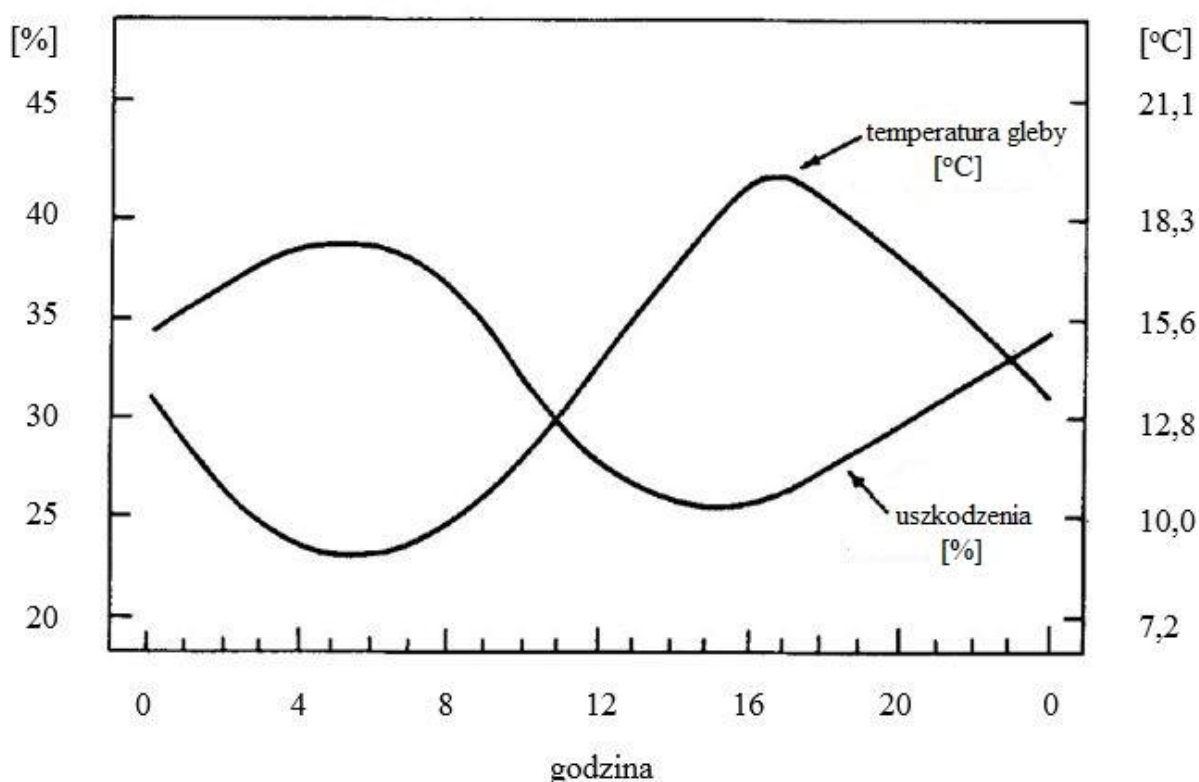
## 2.1 Uwarunkowania siedliskowe

Warunki klimatyczno-glebowe w Polsce są korzystne do uprawy ziemniaka, jednak temperatura i rozkład opadów są czynnikami wywierającymi istotny wpływ na rozwój, plonowanie i cechy jakościowe tej rośliny (Chmura 2001, Kalbarczyk 2004, Nowak 2006, Šařec i in. 2006).

### 2.1.1 Temperatura

Ziemniak należy do roślin o umiarkowanych wymaganiach termicznych. Optymalną temperaturą gleby do rozpoczęcia sadzenia jest 7 – 8°C na głębokości 10 cm. Niższa temperatura znacznie wydłuża okres od posadzenia do wschodów, w czasie, którego kiełkujące rośliny narażone są na porażenie rizoktoniozą. Zarówno temperatury niższe od 10°C, jak i wyższe od 25°C wpływają hamująco na prawidłowy rozwój ziemniaka. Temperatura gleby w zakresie 10 – 15°C podczas zawiązywania bulw może stać się przyczyną występowania rdzawej plamistości i pustowatości bulw. Wady te mogą być również wywołane obfitymi opadami po okresie suszy, powodującymi gwałtowny wzrost ziemniaka po okresie zastoju. Wysoka temperatura (powyżej 25°C) w okresie wegetacji powoduje zmniejszenie zawartości suchej masy w bulwach i jednocześnie gromadzenie się podwyższonych ilości asymilatów w łodygach. W latach ciepłych i suchych, o dużym nasłonecznieniu bulwy ziemniaka zawierają więcej skrobi oraz są mniej podatne na ciemnienie miąższu surowego i po ugotowaniu (Marks 2009, Nowacki 2002, Nowacki i in. 2005).

Istotna jest także temperatura gleby przed i podczas zbioru, ponieważ ma ona bezpośredni wpływ na temperaturę bulw. Optymalna temperatura gleby podczas zbioru waha się w przedziale 10 – 18°C. W tym zakresie temperatur następuje, bowiem najszybsze zbliznianie się ran. Jeżeli temperatura gleby jest niższa niż 10°C, bulwy stają się mniej elastyczne, co ma bezpośredni wpływ na wyższą podatność na uszkodzenia mechaniczne w trakcie kontaktu z elementami roboczymi maszyny zbierającej (Gastoł 1985b, Lutomirska 1999, Marks i in. 1993). Zależność między temperaturą gleby, a ilością uszkodzeń w procentach przedstawiono na rysunku 2.



Rysunek 2. Zależność pomiędzy temperaturą gleby a procentowym udziałem bulw z uszkodzeniami mechanicznymi podczas 24-godzinnego zbioru z 15 na 16 września (źródło: za Smittle i in. 1974)

### 2.1.2 Opady

Na kształtowanie się wielkości plonu roślin uprawnych znaczący wpływ mają warunki atmosferyczne, których oddziaływanie jest bardzo złożone. Zmienność czynników meteorologicznych w siedlisku, takich jak opady i temperatura, może oddziaływać na plon poprzez modyfikację tempa wzrostu i rozwoju roślin uprawnych (Bombik 1994, Nowak 2006). Wykorzystanie wysokiego potencjału plonotwórczego ziemniaków związane jest ze stworzeniem optymalnych warunków wegetacji. Nawet poprawienie agrotechniki

i racjonalne stosowanie środków produkcji pochodzenia przemysłowego nie chroni tego gatunku przed zmiennością plonowania w latach, spowodowaną głównie przez warunki wilgotnościowe (Kalbarczyk 2005, Kalbarczyk i Kalbarczyk 2004, Porter i in. 1999, Waddeli i in. 1999, Zawora 1993).

Trybała (1996), podobnie jak Głuska (1994) i Nowak (2006), potrzeby opadowe dla ziemniaka na terenie całego kraju podają w przedziałach w zależności od grupy wczesności i rodzaju gleby. Potrzeby opadowe na glebie lekkiej wynoszą 400 – 450 mm dla odmian późnych oraz 250 – 300 mm dla odmian wczesnych.

Niedobór opadów (okresowe posuchy), jaki ma miejsce na terenie obszaru Polski oraz ich nierównomierny rozkład, jest jedną z głównych przyczyn dużych wahań plonów ziemniaka, a także pogorszenia cech jego jakości. W zależności od okresu wystąpienia suszy i długości jej trwania skutki dla plonu mogą być bardzo duże. Z danych literaturowych wynika, że wpływ czynnika opadowego na plonowanie, wyrażony w procentach średniego plonu, wynosi dla ziemniaków, aż 33 – 41% (Nowak 2006). Wielu autorów (Bombik 1994, Chmura 2001, Dmowski i in. 2004, Lutomirska 2009, Nowak 2006) podkreśla, że susza glebowa poza spadkiem plonu i zmniejszeniem udziału bulw handlowych powoduje:

- ✓ zwiększone porażenie parchem zwykłym i możliwość nasilenia występowania rdzawej plamistości bulw;
- ✓ nieregularność kształtu bulw;
- ✓ niejednorodność miąższu;
- ✓ zwiększoną zawartość azotanów, cukrów i glikoalkaloidów w bulwach;
- ✓ spękania i pustowatość bulw;
- ✓ pogorszenie warunków zbioru powodujące wzrost masy bulw uszkodzonych mechanicznie.

Uwilgotnienie gleby ma istotny wpływ na powstawanie uszkodzeń mechanicznych podczas zbioru. Nadmierna wilgotność powoduje słabsze odsiewanie gleby przez elementy robocze maszyny zbierającej, a także przyczynia się do nadmiernego oklejenia bulw przez glebę. Gleba nie powinna być także nadmiernie przesuszona, ponieważ bulwy znajdujące się na taśmie maszyny zbierającej zostaną pozbawione naturalnego amortyzatora, jakim właśnie jest gleba. Według badań wielu autorów optymalna dla zbioru mechanicznego wilgotność gleby powinna kształtować się na poziomie około 15% (Jabłoński 1993a, Lutomirska 2008, Thornton i Timm 1990).

### 2.1.3 Gleba

Warunki glebowe są kolejnym elementem wpływającym na powstawanie i rozmiar mechanicznych uszkodzeń bulw. Są one ściśle związane z jej składem granulometrycznym, wilgotnością i temperaturą podczas zbioru. Największe znaczenie w powstawaniu uszkodzeń mechanicznych bulw ma zakamienienie pola. Wraz ze wzrostem udziału kamieni w zebranych plonie następuje znaczny wzrost defektów bulw. W badaniach przeprowadzonych w IHAR Jadwisin udowodniono, że przyrost udziału kamieni o 1% powoduje wzrost uszkodzeń o 1,2%. Na glebach z tendencją do zbrylania się, bryły są takim samym zagrożeniem dla bulw jak kamienie (Wróbel 2005).

Marks (2009) stwierdził, że na glebach z tendencją do zbrylania w nieodpowiednich warunkach wilgotnościowo-termicznych wzrasta liczba bulw uszkodzonych mechanicznie. Skład granulometryczny gleby odgrywa w tym względzie istotną rolę, ponieważ gleby ciężkie charakteryzują się wyższym współczynnikiem tarcia wewnętrznego, co wpływa na odsiewalność gleby. W warunkach wysokiej wilgotności dochodzi do zmniejszenia zdolności przesiewania gleby przez elementy robocze maszyny zbierającej, a to w konsekwencji prowadzi do zwiększenia intensywności pracy tych zespołów. Intensywniejsza praca zespołów odsiewających wpływa na ich większe oddziaływanie na bulwy, co powoduje wzrost liczby bulw uszkodzonych mechanicznie.

Wymagania glebowe ziemniaka zależne są od długości okresu wegetacji danej odmiany i im jest on krótszy, tym większe są jej wymagania glebowe. Odmiany wczesne, o krótkim czasie wegetacji, powinny być uprawiane na glebach cięższych. Odmiany późne, można uprawiać na glebach lżejszych. Najbardziej optymalne dla ziemniaków są gleby gliniasto-piaszczyste, pulchne, nieprzesuszone, o dobrym dostępie wody i powietrza. Istotne znaczenie ma dość duża tolerancja ziemniaków na odczyn gleby (pH 4,5 – 7,0). Optimum na glebach gliniasto-piaszczystych wynosi pH 6,0 – 6,5, a na glebach próchnicznych może być niższe – pH 5,0 – 6,0. Odczyn alkaliczny jest niekorzystny i często powoduje obniżenie plonów w wyniku zaatakowania bulw przez parcha ziemniaka. Pod ziemniaki najlepiej nadają się gleby charakteryzujące się korzystnymi właściwościami fizycznymi, przewiewne oraz bogate w składniki pokarmowe (Nowacki i in. 2005, Tiessen i in. 2007).

## 2.2 Czynniki odmianowe

Uzyskanie dobrego plonu o wysokich parametrach jakościowych dostosowanych jednocześnie do potrzeb rynku jest możliwe m.in. poprzez prawidłowy dobór odmiany oraz zastosowanie sadzeniaków najwyższej jakości. Poziom plonowania odmiany warunkowany jest odpornością na choroby i szkodniki, potencjałem fizjologicznym ocenianym pod względem ich wielkości, wieku fizjologicznego oraz stanu biochemicznego. Jakość sadzeniaka w dużej mierze wpływa również na koszty uprawy i jej czasochłonność, ponieważ plantacja założona z sadzeniaków o gorszej zdrowotności wymaga zwiększonej ochrony w czasie wegetacji (Chotkowski 2004, Lutomirska 2005, Reust i in. 2001).

Podstawowym parametrem wartości gospodarczej odmiany jest uzyskany plon. Przy wyborze odmiany należy uwzględnić także inne cechy, takie jak: właściwości przechowalnicze, zdolność do pobudzania, a następnie kiełkowania czy podatności na uszkodzenia mechaniczne i odporność na większość czynników chorobotwórczych. Idealna odmiana powinna, więc odpowiadać swoimi parametrami potrzebom zarówno plantatora jak i konsumenta (Blahovec i Zidova 2004, Chotkowski 2005, Chotkowski i Rembeza 2006).

Każda odmiana ziemniaka ma uwarunkowaną genetycznie odporność na uszkodzenia mechaniczne. Bulwy o większej sprężystości, są bardziej wytrzymałe, a w konsekwencji uszkodzane w mniejszym stopniu niż pozostałe. Ma to związek z ich budową wewnętrzną (Gruczek i in. 2003 i 2004) oraz składem chemicznym. Odmiany o wyższej zawartości skrobi, suchej masy i błonnika charakteryzują się większą podatnością na uszkodzenia mechaniczne (Wróbel 2005).

Hudson (1975) oraz Baritelle i Hyde (1999) udowodnili, że bulwy o większych komórkach i większej objętości przestrzeni międzykomórkowych oraz mniejszym ciężarze właściwym mają głębsze obicia. Badania przeprowadzone przez Krzysztófik (2001) potwierdziły, że uszkodzenia bulw były dodatnio skorelowane między innymi z objętością komórek w tkance miękiszowej bulwy. Pawlak i Król (1999) również uważają, że cechy geometryczne komórek tkanki miękiszowej mają istotny wpływ na ich wytrzymałość, a najłatwiej ulegają uszkodzeniom komórki największe.

Wyraźne zróżnicowanie rozmiarów i struktury komórek występuje u bulw różnej wielkości, bowiem wzrost bulw nie jest jednakowy, a ich wielkość jest cechą odmianową, ale silnie modyfikowaną przez fenotyp. Wzrostowi objętości bulwy towarzyszy rozrastanie się komórek miękiszowych oraz perydermy poprzez podziały komórek (wzrost liczby warstw).

Niejednokrotnie bulwy rozmiarowo większe, lecz charakteryzujące się tym samym stopniem dojrzałości, co bulwy mniejsze, mają komórki o większych rozmiarach w tkance miękiszowej. Większe komórki i cieńsze ściany komórkowe charakteryzują bulwy o niższej odporności na uszkodzenia mechaniczne (Brook 1996, Esehaghbeygi i Besharati 2009, Kolowca i Krzysztofik 2003, Krzysztofik 1993, Lewosz i in. 1976).

Uszkodzenia mechaniczne bulw mogą być warunkowane również ich niektórymi cechami morfologicznymi. Podstawowe znaczenie może tu odgrywać kształt bulwy mierzony współczynnikiem jej wydłużenia wynikającym ze stosunku długości bulwy do jej szerokości. Gruczek i inni (2004) analizując bulwy w zakresie współczynnika wydłużenia od 0,9 – 1,7 stwierdzili istotną zależność korelacyjną ( $r = 0,80$ ) między wydłużeniem bulwy a wzrostem uszkodzeń mechanicznych.

Marks i inni (1993) podają, że istotny wpływ na wartość wskaźnika uszkodzeń ma kształt bulwy. Najbardziej podatne na uszkodzenia są bulwy o kształcie podłużnym, zaś największą odporność wykazują bulwy okrągłe. Większa podatność bulw podłużnych niż bulw okrągłych wynika z ich kształtu i związanego z nim nierównomiernego rozłożenia masy bulwy, co w konsekwencji wpływa na zmiany prędkości chwilowych bulw w czasie ruchu na elementach roboczych maszyny zbierającej i większą siłę w momencie zderzenia bulwy z elementami maszyny.

Kształt bulw wpływa także na straty podczas obierania (Zarzyńska 2000). Według Daszkiewicz i Roguskiego (1969) współczynnik wydłużenia bulwy równy 1,5 jest postrzegany, jako najbardziej wszechstronny typ kształtu. Zarzyńska (2000) stwierdziła, że kształt charakterystyczny dla danej odmiany ujawniał się dopiero po przekroczeniu pewnej granicznej wartości masy bulw, która jest różna u poszczególnych odmian. Z badań prowadzonych przez Zarzyńską (2003) wynika, że kształt bulw zależy od odmiany i ich masy. Wraz ze wzrostem masy bulw wzrasta współczynnik wydłużenia, ale zmiany następują przy różnej masie bulwy w zależności od odmiany. Tempo tego przyrostu na jednostkę masy jest jednak zróżnicowane odmianowo. Pod wpływem niesprzyjających warunków klimatycznych typowy dla danej odmiany kształt może ulegać pewnym zniekształceniom, które są wynikiem zaburzeń w zaopatrzeniu roślin w wodę i prowadzą do deformacji bulw, pęknięć lub wtórnych przyrostów (Lutomirska 2004). Potwierdzają tę zależność badania MacKerona i innych (1988), w których wykazano, że susza była głównym czynnikiem wpływającym na zmianę kształtu bulw.

Budyn (1993) stwierdził istotną zależność pomiędzy poziomem zanieczyszczeń powierzchniowych a współczynnikiem zewnętrznego tarcia statycznego bulw o podłoże oraz,



że ma to związek ze zwiększoną chropowatością perydermy, która wpływa na szybsze przemieszczanie się bulwy po zespołach separujących maszyny. Efektem tego może być mniej rozległe otarcie, a zatem i mniejszy stopień uszkodzeń. Podatność bulw na zanieczyszczenia powierzchniowe jest cechą odmianową, która zależy od głębokości oczek oraz składu mechanicznego i wilgotności gleby. Turgor bulw, jak wskazuje Krzysztofik (2001), również wpływa na skalę uszkodzeń mechanicznych. Wraz z jego poprawą zmniejsza się elastyczność bulw, przez co zwiększa się ich podatność na uszkodzenia. Zmniejszenie turgoru komórek wpływa na spadek intensywności uszkodzeń, jednak zwiększa się wówczas podatność bulw na ciemnienie miększu (Baumgartner i in. 1983).

Odmiany o wyższej odporności na uszkodzenia wykształcają grubszą tkankę zewnętrzną, zwaną perydermą, warunkowaną przez genotyp (Krzysztofik 1993). Grubość perydermy jest różna u różnych odmian i waha się od 100 do 200 mikrometrów (Budyn 1993). Peryderma stanowi warstwę ochronną dla bulwy i jako pierwsza jest narażona na kontakt z różnymi elementami maszyn do zbioru i sortowania (Krzysztofik 2001). Weber i inni (1980) oraz Frydecka-Mazurczyk i Zgórska (1990) zauważają, że bulwy o grubszej perydermie mają większą skłonność do ciemnej plamistości.

### 2.3 Czynniki agrotechniczne

Ważnymi cechami jakościowymi z punktu widzenia rynku i przetwórstwa bulw ziemniaka są: plon, wielkość bulw, stopień ich wyrównania oraz zawartość skrobi (Nowacki 2002 i 2006c, Rozporządzenie 2003). Podstawowe znaczenie w plonowaniu ziemniaka mają: przygotowanie gleby, nawożenie i ochrona przed agrofagami (Deryło i Szymankiewicz 2003, Gruczek 2001a, Klikocka 2000, Nowacki i Podolska 2005, Pawińska 2007).

Czynnikami agrotechnicznymi bezpośrednio wpływającymi na mechaniczne uszkodzanie bulw są: termin sadzenia i przygotowanie sadzeniaków przed sadzeniem, szerokość międzyrzędzi i zalegania gniazd bulw, dostępność składników pokarmowych w tym głównie stosunek N : K, nawadnianie plantacji oraz termin i sposób przygotowania do zbioru (Lutomirska 2009, Wróbel 2009).

### 2.3.1 Przedplon

Ziemniak jest uważany za roślinę mało wymagającą, co do przedplonu, ale bardzo wymagającą względem środowiska glebowego i aby rośliny wydały wysoki i jakościowo zadowalający plon należy zapewnić mu odpowiednie warunki, tzn. odpowiednia struktura gleby w warstwie do 40 cm oraz warunki powietrzno-wilgotnościowe, a także termiczne. Warunki takie mogą być spełnione na glebach utrzymanych w dobrej kulturze, tzn. na takich, na których stosowane jest odpowiednie zmianowanie oraz nawożenie masą organiczną. Nawozy organiczne odznaczają się właściwościami strukturotwórczymi, co w uprawie ziemniaka ma wpływ na jakość zbieranego plonu (Marks i Krzysztofik 2001, Pirogovskaya i in. 2002, Tsyganov i in. 2000).

. Stosunkowo słabą reakcję ziemniaka na przedplon można wyjaśnić tym, że jego intensywna uprawa na oborniku lub nawozach zielonych nadaje glebie wysoką sprawność i korzystną strukturę (Dzienia i Szarek 1999).

Dobry przedplon pod ziemniaki powinien pozostawiać znaczącą masę organiczną, spulchniającą glebę i możliwie wcześnie schodzić z pola. Wartość ważniejszych przedplonów pod ziemniaki przedstawiono w tabeli 1.

Wartość przedplonu	Przedplon	
	Roślina	Wartość (%)
Bardzo dobra	mieszanka roślin motylkowych z trawami, strączkowe	100
Dobra	buraki, zboża + poplon ścierniskowy z roślinami strączkowymi, zboża + poplon ścierniskowy (facelia + gorczyca), trawy	85
Średnia	zboża	75

Tabela 1. Wartość przedplonów pod ziemniaki (źródło: Nowacki i in. 2005)

Przy braku obornika istnieje możliwość zastąpienia go uprawą międzyplonów (Dzienia i Szarek 2000, Songin 1998). Obornik jest najdroższym sposobem nawożenia naturalnego dużo tańszymi, a zarazem łatwo dostępnymi źródłami biomasy są nawozy zielone (Płaza 2008). Wprowadzenie do uprawy międzyplonów, to nie tylko produkcja biomasy, ale także korzystne oddziaływanie na właściwości fizyczne i chemiczne gleby, między innymi poprzez zapobieganie wymywaniu składników pokarmowych (Songin 1998). Oprócz dostarczania zielonej masy, rośliny poplonowe chronią glebę przed erozją wodną i wietrzną,

przyczyniając się również do poprawy warunków fitosanitarnych w zmianowaniu roślin. Dodatkową korzyścią z uprawy roślin poplonowych jest jeszcze to, że dzięki głęboko sięgającemu systemowi korzeniowemu jest możliwe przemieszczanie makro- i mikroelementów z głębszych do wierzchnich warstw gleby. Z masą nadziemną łubinu, jako rośliny poplonowej, można wprowadzić do gleby około  $140 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1}$  azotu (N),  $30 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1}$  fosforu ( $\text{P}_2\text{O}_5$ ) i  $170 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1}$  potasu ( $\text{K}_2\text{O}$ ), natomiast z poplonem gorczycy zbliżone ilości fosforu i potasu oraz znacznie mniejszą ilość azotu.

### 2.3.2 Przygotowanie gleby

Spośród różnych metod uprawy roli pod ziemniaki, najbardziej pracochłonna jest uprawa tradycyjna – płużna. Pochłania ona od 25 – 40% ogólnych nakładów energetycznych na produkcję, z czego 30 – 40 % udziału nakładów energii stanowi orka (Dzienia i Sosnowski 1990, Gastoł i Jabłoński 1980). Według Klikockiej (2000) energochłonność orki skłania do wprowadzania licznych uproszczeń. Od wielu lat prowadzone są w kraju i zagranicą prace badawcze nad uproszczeniami w uprawie roli, zastosowaniem zamiast orki różnych narzędzi doprawiających i jesiennym formowaniu redlin oraz sadzeniem w mulcz (Demmler 1995, Grant i Epstein 1973, Marks 1998). Technologie bezpłużne są mniej energochłonne, a w sprzyjających warunkach pozwalają uzyskać plony roślin nie niższe, niż przy uprawie klasycznej (Ball i in. 1994, Dzienia i in. 1999). Jednak wielu autorów uważa, że eliminowanie czy ograniczanie niektórych zabiegów uprawowych powoduje pogorszenie właściwości fizycznych gleby (Husnjak i in. 2002), wzrost zachwaszczenia (Derksen i in. 1995, Jabłoński i Bernat 2002) oraz zmniejszenie plonu bulw ziemniaka i pogorszenie jego jakości (Bodyston i Vaughn 2002, Boligłowa i Gleń 2003, Deryło i Szymankiewicz 2003, Grant i Epstein 1973, Krzysztofik 2009). Straty w plonach ziemniaka spowodowane zachwaszczeniem oceniane są na 20 – 70% (Gruczek 2001a, Hashim i in. 2003, Zarzecka i Gugala 2004). Ujemne skutki uproszczeń można zredukować stosując właściwie dobrane herbicydy (Urbanowicz 2004). Herbicydy i ich mieszaniny mogą obniżyć zachwaszczenie w uprawie ziemniaka nawet od 40 do 99% w stosunku do zabiegów mechanicznych (Guttieri i Eberlein 1997, Kraska i in. 2006, Mišovic i in. 1997, Zarzecka i in. 1999). Klikocka (2000) stwierdziła, że bezpłużna uprawa roli w połączeniu z pielęgnacją mechaniczno-chemiczną, wpływała korzystnie na plon bulw handlowych i plon frakcji sadzeniaków, a zdaniem Granta i Epsteina (1973) poprawiała strukturę gleby i ograniczała erozję. Również inni autorzy (Gruczek 2004, Guttieri i Eberlein

1997, Hashim i in. 2003, Zarzecka i Gugąła 2004) wykazali, że zastosowanie herbicydów i mieszanek herbicydowych redukowało zachwaszczenie w stosunku do zabiegów mechanicznych, w wyniku, czego zwiększał się plon ogólny i handlowy bulw ziemniaka. Gójski (1994), Hashim i in. (2003) i Pomykalska (1991) stwierdzili, że istnieje ścisła zależność plonu bulw od masy i liczby chwastów występujących na plantacji.

O stosowaniu uproszczonych technologii uprawy ziemniaka decyduje jakość zbieranego plonu oraz nakłady pracy i energii na jego produkcję (Muzalewski 2003, Szeptycki 1998).

### 2.3.3 Nawadnianie i nawożenie

W aspekcie nowoczesnej technologii produkcji ziemniaków, czynnikiem istotnie wpływającym na poziom nawożenia jest nawadnianie, które wobec wymogów jakościowych surowca stało się podstawowym zabiegiem agrotechnicznym w gospodarstwach specjalistycznych uprawiających ziemniaki, szczególnie dla przetwórstwa (Nyc 2006). Obecnie najczęściej stosuje się nawadnianie deszczujące na plantacjach ziemniaków i w efekcie oczekiwanego wzrostu plonu bulw zwiększa się nawożenie o około 30% w porównaniu do nawożenia standardowego. Nawadnianie deszczujące powoduje jednak duże zużycie wody, której część w warunkach wysokiej temperatury odparowuje, co w konsekwencji powoduje negatywne efekty uboczne w postaci rozwoju chorób liści (zaraza ziemniaka) czy straty pewnej ilości składników na skutek wymywania. Dlatego w kraju prowadzi się badania z nawadnianiem kroplującym. Systemem przewodów kroplujących wraz z wodą podawać można roztwory nawozów mineralnych (fertygacja) (Rolbiecki i in. 2004).

Stosowanie nawożenia do gleby w formie małych dawek rozpuszczonych w wodzie, szczególnie azotu jest kilkakrotnie efektywniejsze, w odniesieniu do plonu bulw niż tradycyjne nawożenie w formie stałej. Część nadziemna roślin nie jest spryskiwana, nie zwiększa się wilgotność w łanie, a tym samym zagrożenie porażenia roślin zarazą ziemniaka jest znacznie mniejsze, przez co można zmniejszyć liczbę oprysków fungicydowych na plantacji (Głuska 2003, Łuszczuk 2004, Trawczyński 2009).

Nieracjonalne nawożenie, to znaczy niedostateczne lub nadmierne, ujemnie wpływa nie tylko na oczekiwaną wielkość plonu ziemniaka, ale także na jego cechy użytkowe: zawartość skrobi, ilość i jakość białka, ilość witamin, a szczególnie witaminy C, smak,

ciemnienie miąższu oraz straty podczas zbioru (uszkodzenia mechaniczne) oraz przechowywania (Danilčenko i in. 2000, McNabnay i in. 2000).

#### 2.3.4 Sadzenie

W uprawie ziemniaków coraz bardziej upowszechniane są zabiegi odkamieniania gleb, które mają na celu zmniejszenie uszkodzeń mechanicznych bulw. Wiosenna uprawa ograniczona jest tu do wyciągnięcia bruzd przy szerokości 75 do 90 cm i przejazdu separatora brył i kamieni, który przesiewa glebę na głębokość warstwy ornej. Separator umieszcza drobne kamienie o średnicy >3cm i bryły w bruzdzie poniżej głębokości pracy lemiesza kopiącego kombajnu. Po zastosowaniu separatora gleba jest bardzo dobrze spulchniona i stwarza optymalne warunki do rozwoju roślin. Ten sposób uprawy wiosennej znajduje zastosowanie na glebach zakamienionych, ale posiadających inne zalety, pozwalające uzyskać wysokie plony bulw.

Na jakość produkowanych bulw wpływa technika sadzenia i możliwości sterowania liczbą łodyg na jednostce powierzchni. Uzyskuje się to poprzez:

- ✓ zwiększenie szerokości międzyrzędzi 75 – 90 cm,
- ✓ zastosowanie wraz z sadzeniem rzędowego nawożenia nawozami granulowanymi i płynnymi oraz zaprawiania bulw przeciw chorobom grzybowym,
- ✓ upowszechnianie precyzyjnego sadzenia, dla uzyskania odpowiedniej wielkości bulw, wymaganej dla poszczególnych kierunków produkcji.

W oparciu o zależności zachodzące między wielkością bulw i liczbą wyrastających pędów, zalecaną obsadę pędów dla poszczególnych kierunków użytkowania i stosowaną rozstawę, można wyliczyć zalecaną gęstość sadzenia.

$$G = \frac{10000m^2 \times ip}{lk \times l}$$

gdzie:

G – zalecana gęstość sadzenia (m)

ip – liczba pędów na wysadzonej bulwie sadzeniaka (szt.)

lk – zalecana liczba pędów dla danego kierunku produkcji (frytki – 100 tys. szt.; jadalne i chipsy – 200 tys. szt.; sadzeniaki – 300 tys. szt. · 1ha<sup>-1</sup>)

l – rozstawa rzędów (m)

Opóźnienie sadzenia wyraźnie obniża plon, powoduje zdrobnienie bulw i obniżkę zawartości skrobi. Przy uprawie odmian późnych o długim okresie wegetacji opóźnienie sadzenia zwiększa ilość uszkodzeń mechanicznych bulw podczas zbioru, transportu i sortowania, co wyraźnie pogarsza trwałość przechowalniczą. W przypadku chłodnej i wilgotnej wiosny bardzo wczesny termin sadzenia może powodować straty wskutek spóźnionych przymrozków, ale straty te będą mniejsze niż w przypadku opóźnionego sadzenia.

Na podstawie wyników badań przeprowadzonych na terenie całego kraju stwierdzono, że opóźnienie sadzenia o 2 tygodnie w stosunku do terminu optymalnego obniżało plon o 5 – 7%, o 4 tygodnie – 15 – 20%, a o 6 tygodni – straty plonu wynosiły 40 – 55% w zależności od odmiany (Gruczek 2000, Jabłoński 1997 i 2011).

### 2.3.5 Ochrona

Szkodliwość występowania zachwaszczenia oraz chorób i szkodników na plantacjach ziemniaka objawia się redukcją zbieranego plonu bulw oraz pogorszeniem jego jakości. Choroby i szkodniki niszczące powierzchnię asymilacyjną roślin ziemniaka w okresie wegetacji mogą w zależności od stopnia nasilenia ich występowania obniżyć plon nawet o 70% (Beukema i Van der Zaag 1990, Gugala i in. 2008, Nowacki 2006a, Stevenson i in. 2001). Największe tego typu straty plonu powodowane są przez najgroźniejsze dla ziemniaka patogeny jak: *Phytophthora infestans*, *Alternaria solani*, *Rhizoctonia solani*, *Erwinia ssp.*, choroby wirusowe – wirus liściozwoju (PLRV), wirus Y (PVY), wirus M (PYM), nicienie – *Globodera rostochiensis* i *Globodera pallida* oraz szkodniki – *Leptinotarsa decemlineata* (Erlichowski 2005, Kucińska 2005).

Inną kategorię szkód w uprawie ziemniaka wywoływanych przez choroby i szkodniki stanowią wady bulw w już wytworzonym plonie w postaci defektów skórki lub wad mięszu. Do agrofagów o największym znaczeniu w powstawaniu tego typu wad bulw ziemniaka należy zaliczyć *Streptomyces scabies* wywołujący parch zwykły, *Rhizoctonia solani* powodujący ospowatość bulw, *Rhizoctonia solani* i *Phytophthora infestans* wywołujących

plamy chorobowe na skórce, *Heminthosporium solani* powodujący parch srebrzysty, uszkodzenia miąższu bulw powodowane przez rolnice (*Agrotinae*), larwy z rodziny sprężykowatych (*Elateridae*) tzw. drutowce oraz larwy chrabąszczowatych (*Melolonthinae*) (Erlichowski 2004, Parker i Howard 2001).

W ostatnich latach obserwuje się wzrost zagrożenia upraw rolniczych ze strony pędraków (*Melolonthidae*), drutowców (*Elateridae*), rolnic (*Agrotinae*) oraz leni (*Bibio ssp.*) (Mrówczyński i in. 2006). Szkodniki glebowe należą do groźnych agrofagów ziemniaka, powodujących w niektórych latach znaczne uszkodzenia bulw. Licznemu występowaniu szkodników glebowych, takich jak, np. drutowce sprzyja duże zachwaszczenie i uproszczenia agrotechniczne (Erlichowski 2006, Mrówczyński i in. 2006, Sądej 2008, Schepl i Paffrath 2004).

W nowoczesnej technologii ochrony plantacji ziemniaka polegającej na stosowaniu pestycydów wyróżnia się kilka elementów składowych, takich jak: zaprawianie materiału sadzeniakowego, ochrona herbicydowa (zachwaszczenie), ochrona fungicydowa (choroby) i insektycydowa (szkodniki) oraz desykacja.

Zaprawianie materiału sadzeniakowego polega na nanoszeniu niewielkich dawek środka ochrony na bulwy tuż przed umieszczeniem ich w glebie. Do zaprawiania stosuje się specjalne aparaty współpracujące z sadzarkami, które umożliwiają równomierne pokrycie sadzeniaków preparatem. Bardzo istotnym etapem produkcji ziemniaków jest zabezpieczenie plantacji przed chwastami, a także ochrona w późniejszych fazach wzrostu roślin, szczególnie poprzez zabiegi zwalczania stonki ziemniaczanej, mszyc czy chorób – głównie alternariozy i zarazy ziemniaka (Wachowiak 2005).

### 2.3.6 Zbiór

Zbiór ziemniaków jest najtrudniejszym i najbardziej pracochłonnym elementem technologii produkcji. Od sposobu zbioru w dużym stopniu zależy jakość ziemniaków jadalnych i do przetwórstwa, wartość nasienna sadzeniaków, a także trwałość przechowalnicza bulw niezależnie od sposobu przechowywania (Baritelle i in. 2000, Gould 1995, Jabłoński 2008a, Marks 2005, Marks i in. 1992 i 1993, Przybył 2008).

O wydajności samego procesu zbioru jak również o ilości strat ziemniaków podczas jego wykonywania decyduje w dużym stopniu stan plantacji przed zbiorem. Zbiór, to czynność pracochłonna i energochłonna stanowiąca ponad 40% ogólnych nakładów pracy

(Grudnik 2009, Marks i in. 1998). Od sposobu i terminowości zbioru zależy jakość konsumpcyjna ziemniaków jadalnych, jakość i ilość pozyskiwanego surowca dla przemysłu i przetwórstwa oraz wartość nasienna materiałów sadzeniakowych. Od jakości zbioru ziemniaków zależy trwałość przechowalnicza bulw i ubytki w każdym sposobie przechowywania (Bernat 2009, Bohl 2006, Bohl i Love 2006, Gąsiorowska i Zarzecka 2002).

Jakość zebranych ziemniaków i ich zdrowotność, prawidłowe wykonanie zbioru oraz przechowywanie się bulw w dużym stopniu zależy od właściwego przygotowania plantacji do zbioru. Przygotowanie plantacji do zbioru ma na celu: w przypadku plantacji nasiennych, uzyskanie jak najwyższego plonu sadzeniaków o lepszej zdrowotności dzięki zmniejszeniu porażenia bulw chorobami wirusowymi i zarazą ziemniaka; przyśpieszenie dojrzewania bulw – szczególnie przy uprawie odmian średnio późnych i późnych – polegające na utwardzeniu skórki i skruszeniu stolonów, co ułatwia zbiór i zmniejsza ilość uszkodzeń mechanicznych; zniszczenie części nadziemnej i ewentualnego zachwaszczenia wtórne, co ułatwia przeprowadzenie mechanicznego zbioru (Jabłoński 2008a, Smittle i in. 1974).

Wyróżnia się trzy metody niszczenia łącin: metodę mechaniczną, chemiczną (defoliacja) oraz chemiczno-mechaniczną i mechaniczno-chemiczną. Przy metodzie chemicznej można jeszcze dodatkowo zastosować fungicydy, które chronią bulwy przed sphywaniem zarodników pływkowych zarazy ziemniaka z części nadziemnych. Ten sposób przygotowania plantacji do zbioru jest zalecany przy uprawie odmian średnio późnych i późnych, gdyż jeszcze przez około tydzień następuje przyrost plonu na skutek intensywnego sphywu asymilatów z części nadziemnych do bulw (Arfa 2007, Bernat 2009, Wróbel 2005).

Ważnym czynnikiem decydującym o stratach podczas zbioru jest stopień odporności danej odmiany na uszkodzenia mechaniczne. Różnica w zależności od odmiany waha się w granicach 10 – 40%, na przykład bulwy podługne i owalne uszkadzają się bardziej niż okrągłe. Podstawowym warunkiem przystąpienia do mechanicznego zbioru ziemniaków jest zniszczenie łącin. Zmniejszenie ilości porostu wchodzącego do kombajnu polepsza pracę maszyny: gleba jest lepiej odsiewana, bulwy łatwiej się oddzielają, a więc straty są mniejsze. W praktyce przyjmuje się, że porost o masie około  $5 \text{ t} \cdot \text{ha}^{-1}$  należy usunąć przed rozpoczęciem zbioru (Gruczek 2000, Lutomińska 2000).

Podczas zbioru istotnym czynnikiem jest pogoda – wraz ze spadkiem temperatury i wzrostem wilgotności gleby bulwy są bardziej podatne na uszkodzenia mechaniczne. Zbiór podczas opadów lub bezpośrednio po nich (wilgotność gleby powyżej 15% pogarsza jej odsiewalność) sprzyja wzrostowi liczby uszkodzeń. Ponadto wilgotne bulwy są bardziej podatne na gnicie. Przyjmuje się, że temperatura na poziomie  $10^{\circ}\text{C}$  jest temperaturą



graniczną, poniżej której nie należy wykonywać zbioru. Spadek temperatury na przykład z 10 do 5°C powoduje dwukrotny wzrost uszkodzeń mechanicznych podczas zbioru (Bajema i in. 1998, Gruczek 1991 i 2000, Hamouz i Blahovec 2001, Hamouz i in. 2005, Marks 2009, Prośba-Białczyk i Spyrka 2010, Przybył 2008, Spyrka 2011).

Istotnym czynnikiem podczas zbioru mechanicznego ziemniaków jest rodzaj oraz jakość maszyny zbierającej. Nowoczesne technologie zbioru i przeładunku ziemniaków przewidują stosowanie wielu skomplikowanych maszyn, wyposażonych w rozwiązania, które z jednej strony zabezpieczają bulwy przed uszkodzeniem, a z drugiej strony duże ich obciążenie plonem zbieranym równocześnie z wielu rzędów i stopień ich złożoności generują te uszkodzenia. Za poziom uszkodzeń powstających w wyniku stosowanych maszyn odpowiada wysokość spadku bulw na kolejne elementy, rodzaj podłoża, na które spada, rodzaj powłok ochronnych na zespołach odsiewających, prędkości przenośników, głębokość pracy zespołów wyruszających, oraz inne czynniki (temperatura bulwy, rodzaj gleby, wysokość plonu czy cechy odmianowe) (Marks 2009, Jabłoński 1993b, Marks i in. 1992, Marks i in. 1997a i b, Marks i in. 2000).

Badania wykazały, że wartość wskaźnika uszkodzeń mechanicznych ziemniaków jest proporcjonalna do prędkości elementu uszkadzającego, czasu obciążenia oraz zakamienienia, natomiast wzrost temperatury bulw oraz zastosowanie powłok amortyzujących przyczynia się do spadku wartości tego wskaźnika (Marks 1986).

W celu ograniczenia wielkości uszkodzeń mechanicznych bulw zbieranych kombajnami, zwłaszcza na glebach zakamienionych, wprowadza się nowe rozwiązania konstrukcyjne. Należą do nich między innymi różne rodzaje przenośników ograniczające obijanie zbieranych ziemniaków, na przykład wielowałkowe typu axialnego, z kieszeniami elastycznymi, przeładunkowe typu „łabędzia szyja”, często zakończone elastycznymi pasami, ograniczającymi prędkość upadku na przyczepę. Usunięcie z bulw oblepiającej je gleby wymaga zastosowania wałków ślimakowych lub z pierścieniami palcowymi. Ponadto kombajny wyposażone są w łamane przenośniki, które podnoszą się w miarę napełniania zbiornika lub przyczepy, zmniejszając w ten sposób wysokość, z jakiej spadają bulwy. Metalowe dno zbiornika jest zastępowane elastycznym materiałem, który amortyzuje spadek ziemniaków. Ważnym czynnikiem stymulującym powstawanie uszkodzeń mechanicznych jest wysokość, z jakiej spadają bulwy, czy to do zbiornika kombajnu czy też na przyczepę. Wysokość spadku bulw nie powinna przekraczać 25 cm (Jabłoński 2008b, Jamrocik 2007, Mayer i in. 2008)).

Do dużej liczby uszkodzeń, zanieczyszczeń i strat zbieranego plonu prowadzi także niewłaściwa eksploatacja maszyn do zbioru i obróbki ziemniaków, tzn. nieprawidłowe wyregulowanie zespołu podkopującego oraz nieodpowiednia głębokość pracy lemiesza. Zwiększenie zagłębienia lemiesza o 1 cm zwiększa o około  $150 \text{ t} \cdot \text{ha}^{-1}$  masę gleby przerabianej przez przenośnik odsiewający. Powoduje to nadmierne obciążenie kombajnu, a także prowadzi do wprowadzania na taśmy odsiewające znacznych ilości niepotrzebnej gleby. Konieczność odsiania większej ilości gleby wymaga natomiast zwiększenia intensywności wstrząsania przenośnika, co może prowadzić do zwiększenia uszkodzeń bulw. Ponadto zmniejszenie głębokości kopania tylko o 1 cm może zmniejszyć nawet o połowę zawartość kamieni (Dzięciołowski 2004, Gruczek 2003, Jabłoński 2009).

Wpływ na uszkodzenia bulw w dużym stopniu wywiera prędkość przenośnika odsiewającego, a w szczególności stosunek prędkości liniowej przenośnika do prędkości ruchu roboczego kombajnu (Lisowski 199, Sęk i Florczak 1982). Przyjmuje się, że gleba powinna pozostawać na przenośniku niemal do końca jego długości, co można osiągnąć poprzez zsynchronizowanie prędkości przesuwu przenośnika z prędkością jazdy i warunkami glebowymi. Standardowa prędkość przenośnika wynosi około  $1,5 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$ , a na glebach suchych nawet poniżej  $1 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$ . Wielkość uszkodzeń mechanicznych jest ściśle uzależniona od prędkości roboczej. Zwiększenie prędkości jazdy podczas zbioru z  $0,5$  do  $1,5 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$  powoduje na glebie niezakamienionej spadek uszkodzeń z 23% do 7% (Jabłoński 2008a, Tanaś 2008).

Długość przenośnika odsiewającego i kąt jego pochylenia określają dostępną powierzchnię do separacji gleby i czas przebywania bulw na przenośniku. Długość przenośnika wynosi od 225 do 500 cm, a maksymalny kąt pochylenia – do 35 stopni i jest związany z tarcie zewnętrzny perydermy bulwy o powierzchnię prętów, która przeciwdziała staczaniu się bulw w dół przenośnika. Uszkodzenia wskutek powrotnego staczania się ziemniaków są tym większe, im mniejsza jest warstwa gleby otaczająca bulwy i im więcej kamieni znajduje się w zebranych materiale (Jabłoński 2010, Tanaś 2008).

Kolejnym etapem przejścia bulw przez maszynę zbierającą jest wytrząsacz. Jego działanie zwiększa intensywność separacji gleby. Wytrząsacze przenośnika odsiewającego uruchamia się wówczas, gdy trudno odsiewająca się gleba zaczyna hamować wydajność kombajnu, uszkadza nadmiernie bulwy lub wyraźnie zanieczyszcza plon. Dodatkowym elementem współpracującym z przenośnikiem odsiewającym jest zwalniacz. Jego zadaniem jest kruszenie brył i przytrzymywanie resztek roślinnych (łętów) w warunkach trudno odsiewalnej gleby i jej znacznej wilgotności. Włączanie wstrząsaczy i zwalniacza, zwłaszcza

przy prędkościach kombajnu mniejszych niż  $3 \text{ km} \cdot \text{h}^{-1}$ , może zwiększyć wskaźnik uszkodzonych bulw nawet do 70%. Kombajny wyposażone są przeważnie w separatory typu Packmana (zwany górką palcową). Na przenośniku tym separacja brył, kamieni i ziemniaków następuje na skutek różnicy oporów toczenia wynikającej z różnych wartości współczynnika tarcia podczas toczenia poszczególnych składników (Tanaś 2007, Tanaś i Zawierucha 2006).

Bulwy ziemniaka po przejściu przez stół selekcyjny trafiają do zbiornika. Na tym etapie istotnym elementem jest wysokość spadku bulw do zbiornika, a także materiał, z którego wykonane jest jego dno. W celu ograniczenia wielkości uszkodzeń mechanicznych bulw kombajn wyposażony jest w elektronicznie regulowane zsypy kaskadowe ustalające wysokość spadku, a zbiornik w dno samowyladowcze. Jest to taśma listwowa z powłoką z tworzywa sztucznego, które zabezpiecza ziemniaki przed uderzeniem w metalową powierzchnię. Przy rozładunku zbiornika na przyczepy bardzo ważne jest, aby w jak największym stopniu ograniczyć wysokość spadku ziemniaków. Kombajny konstruowane są w taki sposób, aby w jak największym stopniu redukować wysokość spadku bulw w trakcie rozładunku zbiornika (Jabłoński 2010, Krzysztofik i Sułkowski 2012, Szeptycki 2002, Žitňák 2008).

Ostatnim etapem zbioru jest transport i rozładunek przyczep oraz przetransportowanie ziemniaków na przyzmy w przechowalni. Zestaw maszyn do usypywania ziemniaków luzem składa się z zasobnika dozującego, z odsiewacza zanieczyszczeń, przenośników transportujących bulwy wewnątrz przechowalni oraz z przyzmoownika usypującego je w przyzmy. Istotnym czynnikiem wpływającym na zmniejszenie uszkodzeń mechanicznych na linii przeładunkowej jest skrócenie tej linii oraz zminimalizowanie wysokości spadku. Każde skrócenie drogi transportu ziemniaków przez redukcję przenośników zmniejsza uszkodzenia mechaniczne bulw i straty podczas przechowywania. Podczas usypywania przyzmy szczególnie ważne jest utrzymywanie stałej i małej wysokości spadku bulw z przyzmoownika. Dużo uszkodzeń powstaje podczas staczania się bulw z usypywanej przyzmy, dlatego powinna być ona usypywana metodą tarasową składającą się z 4 warstw. W dużych przechowalniach używa się przyzmoowników, w których taśmociąg usypujący jest sterowany automatycznie. Stałą wysokość i przesuwanie się taśmociągu nad ziemniakami zapewniają czujniki optyczne (Czerko 2011, Czerko 2012, Czerko i in. 2008).

## 2.4 Przechowywanie

Przechowywanie ziemniaków jest bardzo ważnym elementem ich produkcji. Zakłada się, że 60 – 70% ogólnej masy wyprodukowanych ziemniaków kieruje się do przechowywania (Czerko 2010, Mayer i in. 2008).

W okresie długotrwałego przechowywania bulw ziemniaka zachodzą procesy, które prowadzą do zmian cech jakościowych i ilościowych. Ubytki naturalne wynikają z procesów fizjologicznych i fizycznych (oddychanie, transpiracja i kiełkowanie) zachodzących w bulwach podczas przechowywania (Iritani i in. 1997, Krzysztofik i in. 2006, Sowa-Niedziałkowska 1999, 2000 i 2003). Utrata jędrności bulw podczas długotrwałego przechowywania, której towarzyszy skurcz, ma istotne znaczenie podczas operacji ich przetwarzania na wyroby uszlachetnione oraz przy wykorzystaniu bulw do bezpośredniej konsumpcji. Zwiększanie skurczu bulw podczas przechowywania wpływa ujemnie na ich właściwości mechaniczne (Edgell i in. 1998). Właściwości mechaniczne bulw decydują o przebiegu procesu obierania (zwłaszcza mechanicznego) oraz formowania frytek i chipsów (Chourasia i Goswami 2001, Chourasia i in. 2004, Krzysztofik i Nawara 2007, Lisińska 1994, Lisińska i Rutkowski 1999, Sobol 2005a i 2005b).

W skrajnych przypadkach straty jakościowe i ilościowe mogą sięgać nawet 80% plonu biologicznego – przeciętnie jednak straty wnoszą 5 – 30% (Bishop i in. 2000, Douches i in. 2003).

Przechowywanie bulw ziemniaka wiąże się ze spadkiem ich wagi w wyniku naturalnych procesów fizjologicznych: oddychania, transpiracji i kiełkowania. Poprzez stworzenie odpowiedniego mikroklimatu w pomieszczeniu przechowalni możliwe jest znaczne ograniczenie strat ilościowych plonu. Obok ubytków naturalnych mogą występować straty masy bulw ziemniaka powstałe w wyniku działania i rozwoju chorób przechowalniczych. Straty te powodują oprócz spadku ilościowego masy plonu również pogorszenie się jego jakości (Czerko 2007 i 2008). Zgodnie z polską normą (PN 75/R-74452) nabywca ma prawo odmówić przyjęcia partii ziemniaków, która odznacza się kolejnymi cechami dyskwalifikującymi je, jako plon handlowy:

- ✓ porośnięcie kiełkami o długości powyżej 3 mm;
- ✓ powierzchniowo nadmiernie zawilgoconych;
- ✓ zaparzonych – bulwy pozbawione turgoru, z oznakami wędnięcia, z widocznym zaciemnieniem miąższu na przekroju, rozciągającym się między

powierzchnią bulwy a pierścieniem wiązek przewodzących, niekiedy sięgającym w głąb miąższu, a czasami z pękającym miąższem;

- ✓ zapleśniałych – bulwy pokryte pleśnią na części lub całej powierzchni;
- ✓ zmarzniętych – bulwy, w których po skaleczeniu skórki paznokciem lub na przekroju wyczuwa się kryształki lodu, lub bulwy miękkie, z których wycieka woda; na przekroju tkanki zdrowej i obumarłej tworzy się strefa zaciemniona lub nieregularna szczelina;
- ✓ zanieczyszczonych środkami ochrony roślin – bulwy z pozostałością środków ochrony roślin w formie stałej, ciekłej lub z pozostałością obcych zapachów.

Głównymi przyczynami pojawiania się wyżej wymienionych cech dyskwalifikujących plon ziemniaka w obrocie handlowym są uszkodzenia powstałe w trakcie zbioru, transportu, załadunku i rozładunku oraz nieprawidłowe warunki przechowywania bulw. Naruszenie ciągłości struktury perydermy bulwy ziemniaka powoduje nie tylko niekorzystne zmiany w jej wyglądzie i estetyce, ale również wzmacnia podatność rośliny na działanie szkodliwych chorobotwórczych bakterii i wirusów (Ghazavi i Houshmand 2010).

Według zaleceń Metodyki Integrowanej Produkcji Ziemniaków (Nowacki i in. 2005) w przechowywaniu można wyróżnić kilka etapów.

Etap I – wstępny okres przechowywania ziemniaka. Uważany jest za najważniejszy w całym okresie przechowywania. Wyodrębnia się w nim fazę osuszania bulw, dojrzewania i zablizniania uszkodzeń. Po złożeniu ziemniaków do przechowywania poddawane są one procesowi osuszania. Jest to szczególnie ważne przy zbiorze bulw mokrych. Przez 2 – 3 pierwsze doby przechowywania, wietrzenie powinno być bardzo intensywne, aby możliwe było usunięcie nadmiaru wilgoci, wydzielanego przez bulwy dwutlenku węgla i ciepła w procesie oddychania. W drugiej fazie następuje gojenie zranień (zabliznianie) i tworzenie skorkowaciałej perydermy. Są to procesy bardzo korzystne, gdyż sprzyjają one ograniczeniu nadmiernego wydzielania wody z bulw i zapobiegają rozwojowi zgnilizn. Szybkość tych procesów zależy głównie od temperatury i odmiany (Driskill i in. 2007, Edwards i in. 2002, Zgórska i Frydecka-Mazurczyk 1997 i 2000b). Optymalna temperatura – około 15°C – sprawia, że zabliznianie uszkodzeń i korkowacenie skórki zachodzi szybko i skutecznie. Wyższe i niższe temperatury zdecydowanie wydłużają czas trwania tych korzystnych procesów. Długość fazy dojrzewania trwa przeciętnie 14 dni. Niewłaściwe postępowanie z ziemniakami w tym czasie powoduje zawilgocenie bulw, zaparzenie i pleśnienie, wzmożone procesy oddychania i wydzielania wody, zahamowanie lub wydłużenie czasu korkowacenia

skórki i zabiżnienia uszkodzeń mechanicznych (Eltawil i in. 2006, Sirtautaitė i in. 2001, Tester i in. 2005).

Etap II – okres schładzania. Po zakończeniu fazy dojrzewania, bulwy powinny być powoli schładzane (od 0,3 do 1°C w ciągu doby) do poziomu temperatury wymaganej w długotrwałym przechowywaniu. Wilgotność względna powietrza niezależnie od kierunku użytkowania powinna wynosić 95%.

Po zakończeniu okresu przygotowawczego, którego czas składowania wynosi około 4 tygodni, następuje okres długotrwałego przechowywania i zarazem stanowi III etap przechowywania. Czas jego trwania jest zróżnicowany i uzależniony od terminu zagospodarowania bulw. Temperatura podczas tego etapu przechowywania utrzymywana powinna być na poziomie uzyskanym w końcowym etapie schładzania, zgodnie z przeznaczeniem ziemniaków, a wilgotność względna powietrza niezależnie od kierunku użytkowania – 90 – 95%. Na wielkość strat i ubytków w tym etapie wpływa temperatura, wilgotność powietrza, czas magazynowania, a także uwarunkowania odmiany pod względem trwałości przechowalniczej.

Przygotowanie ziemniaków do ich użytkowania stanowi IV etap przechowywania. Optymalna temperatura i wilgotność powietrza, podobnie jak w poprzednim etapie zależy od kierunku użytkowania. Podwyższenie temperatury ma na celu zwiększenie odporności bulw na uszkodzenia i obicia w czasie rozładunku, sortowania oraz zmniejszenie zawartości cukrów redukujących w bulwach (rekondycjonowanie) (Kaaber i in. 2001).

Trwałość przechowalnicza odmiany zależy od: długości okresu spoczynku bulw, intensywności procesów życiowych zachodzących w bulwach, odporności bulw na uszkodzenia mechaniczne oraz podatności bulw na choroby grzybowe i bakteryjne w okresie wegetacji i przechowywania (Burton i in. 1992, Emillson 1993, Pringle i in. 2009, Sowa-Niedziałkowska 2002).

Na ilość oraz wielkość strat podczas przechowywania ma wpływ jeszcze jeden czynnik, którym jest wysokość usypywanej przyzmy. W dużych przechowalniach niejednokrotnie przekracza ona 5 metrów. Tak wysokie przyzmy w wyniku dużego naporu osiadają, a w dolnej części tam, gdzie występują największe siły ściskające dochodzi do uszkodzeń bulw w postaci odcisków (Khan i Vincent 1993). Pod odciskami w szczególnych przypadkach dochodzi do ciemnienia miąższu (Schörling 2000). Na ciemnienie miąższu w bulwach pod odciskami mają wpływ zwiększone ubytki naturalne podczas przechowywania, duże odparowanie przez niedojrzałą skórę oraz zranienia bulwy i pęknięcia komórek miąższu (Czerko 2001a i 2003, Lulai 1996, Mathew i Hyde 1997).

W praktyce przechowalniczej w celu ograniczenia uszkodzeń ciśnieniowych zaleca się zmniejszanie wysokości pryzmy do 3,5 – 4,0 m dla okresu przechowywania trwającego 7 – 8 miesięcy, a zwiększanie wysokości pryzmy do 5,0 m dla ziemniaków przechowywanych przez 4 miesiące. Najlepszym sposobem jest przechowywanie w paletach skrzyniowych, których wysokość wynosi około 1 m (Czerko 2003).

### 3. CEL BADAŃ

Celem badań było określenie występowania uszkodzeń mechanicznych u odmian frytkowych ziemniaka w zależności od:

- warunków siedliskowych – okresu wegetacji i warunków glebowych;
- długości przechowywania;
- genotypu odmiany.

Hipotezy robocze:

1. Wraz ze wzrostem temperatury gleby rośnie temperatura bulwy, co w konsekwencji ma wpływ na zmniejszenie ilości oraz wielkości uszkodzeń mechanicznych bulw.
2. Skład granulometryczny gleby ma wpływ na powstawanie uszkodzeń. Na glebach lżejszych (o składzie granulometrycznym gliny lekkiej) ilość uszkodzeń jest znacznie mniejsza.
3. Warunki wilgotnościowe w trakcie zbioru mają istotny wpływ na powstawanie uszkodzeń, tj. w warunkach posuchy ilość uszkodzeń jest znacznie wyższa.
4. Odmiany o wyższej zawartości suchej masy są bardziej podatne na uszkodzenia mechaniczne – wraz ze wzrostem zawartości suchej masy wzrasta ilość uszkodzeń.
5. Odmiany o strukturze komórkowej charakteryzującej się komórkami mniejszymi od pozostałych odmian, są mniej podatne na uszkodzenia.



## 4. METODYKA

### 4.1 Zakres badań

Zakres badań obejmował doświadczenia polowe i laboratoryjne przeprowadzone w czterech lokalizacjach na Dolnym Śląsku na trzech odmianach ziemniaka przeznaczonego dla przetwórstwa spożywczego – produkcja frytek.

Dwa doświadczenia trzyletnie przeprowadzono w latach 2010 – 2012 w miejscowościach Modlikowice (powiat złotoryjski) – plantacja numer 1 (w pracy oznaczona jako P 1) na glebie ciężkiej klasy IIIa oraz Warta Bolesławiecka (powiat bolesławiecki) – plantacja numer 2 (w pracy oznaczona jako P 2) na glebie lekkiej klasy IVa.

Dwa doświadczenia dwuletnie przeprowadzono w latach 2011 – 2012 w miejscowościach Chociwel (powiat strzeliński) – plantacja numer 3 (w pracy oznaczona jako P 3) na glebie ciężkiej klasy II oraz Pszenno (powiat świdnicki) – plantacja numer 4 (w pracy oznaczona jako P 4) na glebie ciężkiej klasy IVb.

Wszystkie doświadczenia były doświadczeniami łąnowymi wielkopowierzchniowymi prowadzonymi w układzie hierarchicznym w latach, w czterech powtórzeniach z dwoma czynnikami, którymi w kolejności były:

I – termin oznaczania uszkodzeń:

1. I – bezpośrednio po zbiorze,
2. II – po dwóch miesiącach przechowywania,
3. III – po czterech miesiącach przechowywania.

II – odmiana:

1. Markies,
2. Ramos,
3. Innovator.

## 4.2 Charakterystyka odmian

Odmiany Markies, Ramos i Innovator, są odmiany predysponowanymi do produkcji frytek, ze względu na odpowiednie parametry fizyczne i chemiczne. W tabeli 2 zamieszczono charakterystykę wyżej wymienionych odmian.

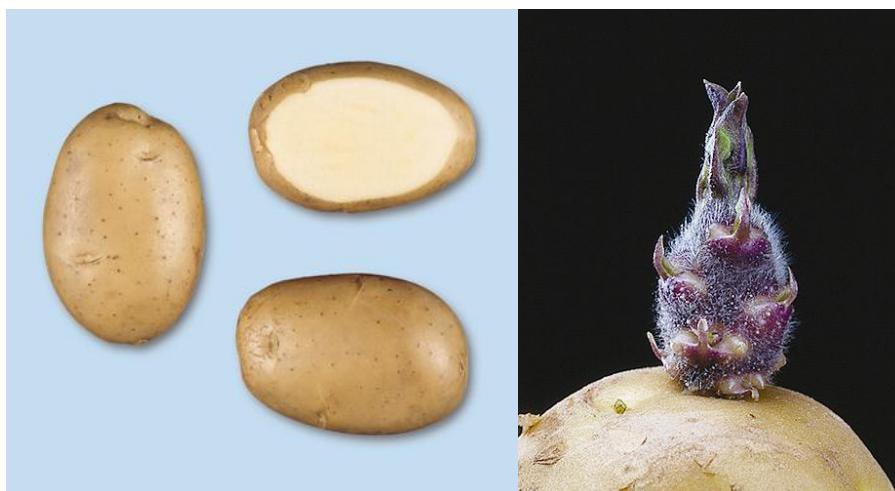
Do opisu cech zastosowano skalę 9-cio stopniową, w której 1 to cecha najslabsza/brak odporności, a 9 to cecha najlepsza/odporna. W 2012 roku w polskim rejestrze odmian znajdowały się 103 odmiany jadalne, z czego 45 odmian charakteryzowało się średnią i wyższą (6 i powyżej) odpornością na uszkodzenia mechaniczne (IHAR 2012).

Cecha	Opis		
	Markies	Ramos	Innovator
Wczesność dojrzewania	Późne	Średnio wczesne	Średnio wczesne
Okres spoczynku	Długi do bardzo długiego	Długi	Długi
Kolor skórki	Żółty	Żółty	Brazowy
Kolor miąższu	Bladożółty	Żółty do jasnożółtego	Jasnożółty do żółtawego
Kształt bulw	Owalno-długi	Owalno-długi	Owalno-długi
Płytkość oczek	Płytkie	Płytkie	Płytkie
Wielkość bulw	Duże – 8	Duże – 8	Duże – 8
Zawartość suchej masy	20,2%	20,9%	21,5 %
Typ konsumpcyjny	BC – lekko mączysty	BC – lekko mączysty	B – lekko mączysty
Przeznaczenie	Frytki, chipsy	Frytki	Frytki
Odporność na obicia	6,5	6,5	6

Tabela 2. Charakterystyka badanych odmian (źródło: NIVAP i IHAR 2012)

Tabelaryczny opis odmian oraz fotografie do opisów: Netherlands Potato Consultative Foundation (NIVAP).

Odmiana Markies może być wysadzana na wszystkich glebach oprócz typowo piaszczystych i torfowych ze względu na wrażliwość na niektóre środki ochrony roślin. Zapotrzebowanie na N-P-K: 200-150-300 kg · ha<sup>-1</sup>. Zalecana temperatura przechowywania: minimalna temperatura bulwy – 6,5°C. Parametry sadzenia i sadzeniaków: rozstaw międzyrzędzi – 90 cm, odstęp w rzędzie – 29, kalibraż sadzeniaków – 35 – 45 mm, obsada – 38000 sztuk · ha<sup>-1</sup>.



Fotografia NIVAP. Odmiana Markies

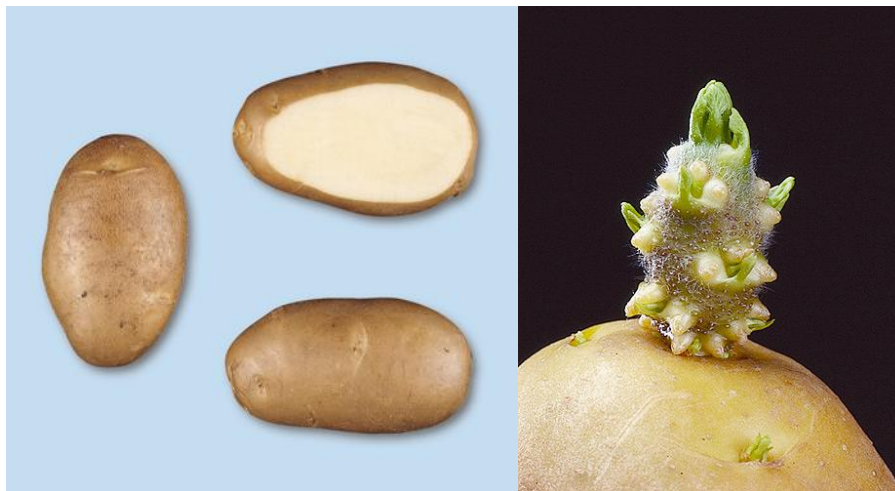
Odmiana Ramos dobrze plonuje na wszystkich typach gleb, odznacza się szybkimi wschodami oraz rozwojem. Zapotrzebowanie na N-P-K: 275-150-300 kg · ha<sup>-1</sup>. Zalecana temperatura przechowywania: minimalna temperatura bulwy – 7°C. Parametry sadzenia i sadzeniaków: rozstaw międzyrzędzi – 90 cm, odstęp w rzędzie – 28, kalibraż sadzeniaków – 45 – 50 mm, obsada – 40000 sztuk · ha<sup>-1</sup>.



Fotografia NIVAP. Odmiana Ramos

Odmiana Innovator plonuje stabilnie na wszystkich typach gleb. Zapotrzebowanie na N-P-K: 275-150-300 kg · ha<sup>-1</sup>. Zalecana temperatura przechowywania: minimalna temperatura

bulwy – 7°C. Parametry sadzenia i sadzeniaków: rozstaw międzyrzędzi – 90 cm, odstęp w rzędzie – 28, kalibraż sadzeniaków – 45 – 50 mm, obsada – 40000 sztuk · ha<sup>-1</sup>.



Fotografia NIVAP. Odmiana Innovator

#### 4.3 Badania polowe

Zbiór na wszystkich plantacjach wykonywano kombajnem marki Grimme SE 170-60, a próby do badań pobierano bezpośrednio ze zbiornika kombajnu w dwóch terminach dziennych. Pierwszą partię materiału pobierano w godzinach porannych (7<sup>00</sup> – 8<sup>00</sup>), a drugą w godzinach popołudniowych (13<sup>00</sup> – 14<sup>00</sup>). Dla każdej odmiany pobierano cztery próby rano i cztery po południu, po 12 kg każda i umieszczano je w workach polipropylenowych.

Bezpośrednio przed zbiorem wykonano pomiar temperatur powietrza, gleby i bulw elektronicznym termometrem z sondą zewnętrzną o dokładności 0,1°C (średnie zamieszczone w tabeli 3). Dla każdej odmiany wykonywano 40 pomiarów temperatur powietrza, gleby i bulw (10 dla każdego powtórzenia) rano i po południu. Po pobraniu bulw przetransportowano je do przechowalni z regulowaną temperaturą i wilgotnością, i przechowywano je przez 2 i 4 miesiące, zgodnie z założeniami badań.

Gleba	Lata								
	2010			2011			2012		
	Zbiór poranny – 7 <sup>00</sup> – 8 <sup>00</sup> Temperatura [°C]								
	powie- trza	gleby	bulwy	powie- trza	gleby	bulwy	powie- trza	gleby	bulwy
IIIa	7,5	11,0	11,3	7,4	11,0	11,2	7,4	11,1	11,3
IVa	7,4	10,9	11,2	7,6	11,1	11,3	7,6	11,0	11,2
II	x	x	x	7,5	11,1	11,4	7,5	11,1	11,4
IIIb	x	x	x	7,8	11,0	11,2	7,6	11,0	11,3
	Zbiór popołudniowy – 13 <sup>00</sup> – 14 <sup>00</sup>								
IIIa	25,0	16,5	16,3	24,8	16,5	16,3	25,1	16,5	16,2
IVa	25,2	16,5	16,3	25,0	16,6	16,4	24,8	16,6	16,3
II	x	x	x	25,1	16,7	16,5	24,7	16,6	16,4
IIIb	x	x	x	24,9	16,6	16,4	24,9	16,5	16,3

Tabela 3. Średnie temperatury powietrza, gleby oraz bulwy podczas zbioru

#### 4.4 Analiza uszkodzeń mechanicznych

Badania uszkodzeń mechanicznych bulw prowadzono zgodnie z metodyką IHAR (Roztropowicz i in. 1999). W celu określenia wielkości i liczby uszkodzeń mechanicznych pierwszą partię zebranych bulw poddano analizie bezpośrednio po zbiorze. W tym celu bulwy ziemniaków umieszczano w szafie klimatycznej, która wytwarza temperaturę 33°C i wilgotność względną – 100%. Miało to na celu przyspieszenie zachodzących w bulwie procesów chemicznych, po to, aby w bardzo krótkim czasie można było określić sumy defektów powstałych podczas zbioru mechanicznego. Po 16-godzinnej inkubacji bulwy osuszono, a następnie poddano wizualnej ocenie dzieląc je na grupy w zależności od charakteru i głębokości uszkodzeń. Wyróżniano bulwy bez uszkodzeń oraz z uszkodzeniami zewnętrznymi (ze zranieniami perydermy i miąższu) i wewnętrznymi (obicia, odgniecenia miąższu przy nieuszkodzonej perydermie – tzw. ciemna plamistość pouszkodzeniowa). Głębokość uszkodzeń oceniano ścinając kolejne warstwy uszkodzonego miąższu przy użyciu nożyka szczelinowego skrawającego jednorazowo 1,7 mm warstwę. Biorąc pod uwagę lokalizację i wielkość uszkodzeń wydzielano grupę bulw nieuszkodzonych oraz 6 grup bulw uszkodzonych (tab.4).

Uszkodzenia zewnętrzne		Uszkodzenia wewnętrzne	
Klasyfikacja uszkodzeń	Głębokość uszkodzenia	Klasyfikacja uszkodzeń	Głębokość uszkodzenia
1	2	3	4
Lekkie	do 1,7 mm	Lekkie	do 1,7 mm
Średnie	od 1,7 do 5,1 mm	Średnie	od 1,7 do 5,1 mm
Ciężkie	powyżej 5,1 mm	Ciężkie	powyżej 5,1 mm

Tabela 4. Klasyfikacja uszkodzeń

Procent wagowy, jaki stanowiły bulwy określonej grupy uszkodzeń w całej masie próby oraz współczynniki przypisane każdej z głębokości uszkodzeń były podstawą do wyliczenia wskaźnika uszkodzeń W (%), według wzoru podanego przez Gastoła (1985a):

$$W (\%) = 0,1 \cdot m_l + 0,3 \cdot m_s + 1,0 \cdot m_c$$

gdzie:

$m_l$  – % masy bulw uszkodzonych lekko

$m_s$  – % masy bulw uszkodzonych średnio

$m_c$  – % masy bulw uszkodzonych ciężko

Następnie obliczono straty w plonie handlowym na jeden hektar uprawy wynikające z odrzucenia bulw z defektami. Za plon handlowy przyjęto bulwy o średnicy równej i wyższej od 30 mm.

Tą samą metodę zastosowano przy analizie bulw przechowywanych przez dwa i cztery miesiące, z tym, że w tym przypadku już nie stosowano inkubacji w szafie klimatycznej.

#### 4.5 Badania laboratoryjne

Analizy składu chemicznego bulw przeprowadzono bezpośrednio po zbiorze w laboratorium Katedry Szczegółowej Uprawy Roślin Uniwersytetu Przyrodniczego we Wrocławiu.

W bulwach oznaczano zawartość skrobi metodą ciężaru właściwego za pomocą wagi Reimanna-Parowa, suchą masę – metodą suszarkowo-wagową, azot ogólny (białko ogółem) – zmodyfikowaną metodą Kjeldahla, potas, wapń i sód – metodą fotometrii płomieniowej, z użyciem aparatu Flapho 4, magnez i fosfor – metodą kolorymetryczną, z użyciem aparatu Spekol 10.

#### 4.6 Badania tkankowe

Analizy materiału roślinnego pod kątem wytrzymałościowym oraz wielkości komórek przeprowadzano w Instytucie Inżynierii Rolniczej Uniwersytetu Przyrodniczego w Wrocławiu.

W celu wyznaczenia obciążeń krytycznych u danej odmiany bulwy poddawano ścisłaniu osiowemu, przy zastosowaniu maszyny wytrzymałościowej Instron 5566 połączonej z komputerem wyposażonym w aplikację Bluehill 2 ver. 2,22.

Do badań przeznaczano bulwy nieuszkodzone o zbliżonych wymiarach i wadze. Obciążenie wymuszane było z zastosowaniem głowicy o zakresie pomiarowym 5 kN. Prędkość przesuwu głowicy wynosiła  $1,67 \cdot 10^{-5} \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$ . Do pomiarów użyto po 20 bulw każdej odmiany w trzech terminach, tj. bezpośrednio po zbiorze, po dwóch i czterech miesiącach przechowywania. W trakcie pomiarów rejestrowano przemieszczenie głowicy pomiarowej i obciążenie bulwy do momentu trwałego uszkodzenia (przerwania) struktury komórkowej.

W celu określenia wielkości komórek posłużono się zmodyfikowaną metodą opracowaną przez Konstankiewicz i innych (2001). Z bulwy wycinano próbki o średnicy 7 mm i grubości 1 mm. Natychmiast po wycięciu, wycinek płukano wodą destylowaną w celu wypłukania skrobi z powierzchni próbki, a nadmiar wody delikatnie usuwano bibułą. Tak przygotowane próbki poddawano obserwacji pod stereoskopowym mikroskopem Nikon SMZ1500 w powiększeniu 11,25. Do mikroskopu podłączona była kamera Nikon DS – Fil połączona z komputerem wyposażonym w aplikację NIS-Element BR 2.30. W ten sposób otrzymano zdjęcia struktury komórkowej oraz obliczono powierzchnię pojedynczych komórek.

## 4.7 Ocena statystyczna

Otrzymane wyniki zostały poddane analizie statystycznej i ocenione na poziomie ufności  $\alpha = 0,05$ . Do obliczeń zastosowano pakiet statystyczny Statistica 10 (StatSoft 2011) oraz program Pakietu Microsoft Office 2013 – MS Excel. Na podstawie uzyskanych wyników przeprowadzono analizę regresji jednokrotnej, podając współczynnik determinacji  $R^2$  – dopasowanie liniowe, przedstawioną na wykresach rozrzutu.

Przyjęto następujące oznaczenia wyników statystycznie istotnych: \* dla  $\alpha=0,05$ , \*\* dla  $\alpha=0,01$ , \*\*\* dla  $\alpha=0,001$ . Najmniejszą istotną różnicę (NIR) podawano z dokładnością do dwóch miejsc po przecinku.

## 4.8 Sposób przedstawienia wyników

Wartość wskaźnika uszkodzeń bulw przedstawiono na wykresach uwzględniając podział na uszkodzenia zewnętrzne i wewnętrzne w zależności od terminu pobrania próby, tj. rano i po południu, stosując następujący schemat: uszkodzenia zewnętrzne – rano, uszkodzenia wewnętrzne – rano, sumy uszkodzeń i straty w plonie handlowym – rano. Ten sam układ zastosowano dla zbioru popołudniowego.

Objaśnienie do wykresów:

A – lata

B – długość przechowywania

C – odmiana

M – Markies

R – Ramos

I – Innovator

K – kontrola (analiza bezpośrednio po zbiorze)

I – analiza po 2 miesiącach przechowywania

II – analiza po 4 miesiącach przechowywania



Na wykresach zależności pomiędzy temperaturą bulwy, a procentowym udziałem bulw uszkodzonych zamieszczono linie trendu przedstawiające kierunek zmian dla udziału bulw uszkodzonych w zależności od temperatury bulw. Na każdym wykresie umieszczono trzy zależności, pomiędzy temperaturą bulw a udziałem:

- bulw z uszkodzeniami zewnętrznymi;
- bulw z uszkodzeniami wewnętrznymi;
- sumy uszkodzeń bulw (zewnętrzne + wewnętrzne).

## 5. WARUNKI PROWADZENIA BADAŃ

### 5.1 Warunki glebowe

Klasyfikację gleb podano według Normy Branżowej BN-78/9180-11 (Dobrzański i Zawadzki 1995).

Plantacja 1 – ziemniaki uprawiano na glinie ciężkiej (klasa IIIa) zaliczanej do typu gleb brunatnych właściwych, podtypu brunatnych wylugowanych, kompleksu pszennego dobrego. Gleby te wytworzyły się ze zwietrzelin margli, po których dziedziczą zwarte uziarnienie, z wyraźnie wysoką zawartością frakcji pyłowej. Są to gleby głębokie o poziomie próchnicznym o miąższości około 30 cm lub głębszym, ale silnie lub bardzo silnie szkieletowe w całym profilu, za to w bardzo małym stopniu pokryte glazami na powierzchni. W szkielecie występują płytkowe odłamki margli.

Wysycenie kompleksu sorpcyjnego kationami zasadowymi wynosi 50 – 60%.

Cecha	Zawartość	
pH w KCl	5,9	
Stopień wysycenia zasadami [%]	71,50	
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> [mg · 100g <sup>-1</sup> gleby]	25,00	
K <sub>2</sub> O [mg · 100g <sup>-1</sup> gleby]	19,00	
Mg [mg · 100g <sup>-1</sup> gleby]	10,20	
N min. w glebie [kg · ha <sup>-1</sup> ]	41,94	
Skład granulometryczny (%)	Piasek 1-0,1mm	37
	Pył 0,1-0,02mm	12
	Cząstki spławialne <0,02mm	51

Tabela 5. Zasobność gleby na P1

Plantacja 2 – ziemniaki uprawiano na piaskach gliniastych lekkich (klasa IVa), zaliczanych do typu gleb brunatnych wyługowanych wytworzonych z piasków i żwirów całkowitych, w których we frakcji pyłowej przeważa pył gruby, podścielonych poniżej 80 cm piaskiem słabo gliniastym. Są to gleby o poziomie próchnicznym o miąższości około 25 cm lub głębszym. Występują w położeniach warunkujących dobry stan uwilgotnienia dla rozwoju roślin uprawnych. Są to dobre gleby żytnio-ziemniaczane, na których przy dobrej kulturze i sprzyjających warunkach atmosferycznych można uprawiać również jęczmień, owies, koniczynę białą, a nawet pszenicę.

Wysycenie kompleksu sorpcyjnego kationami zasadowymi wynosi powyżej 60%.

Cecha	Zawartość	
pH w KCl	6,0	
Stopień wysycenia zasadami [%]	71,50	
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> [mg · 100g <sup>-1</sup> gleby]	24,50	
K <sub>2</sub> O [mg · 100g <sup>-1</sup> gleby]	17,80	
Mg [mg · 100g <sup>-1</sup> gleby]	9,50	
N min. w glebie [kg · ha <sup>-1</sup> ]	38,46	
Skład granulometryczny (%)	Piasek 1-0,1mm	64
	Pył 0,1-0,02mm	17
	Cząstki spławialne <0,02mm	19

Tabela 6. Zasobność gleby na P2

Plantacja 3 – ziemniaki uprawiano na czarnych ziemiach właściwych (klasa II). Są to gleby o poziomie próchnicznym o miąższości powyżej 40 cm należące do kompleksu pszenego bardzo dobrego. Gleby te zbliżone są właściwościami do gleb klasy I, ale występują już w nieco gorszych warunkach fizjograficznych lub posiadają nieco gorsze właściwości fizyczne, np. stosunki wodne – są mniej przepuszczalne i mniej przewiewne oraz są trudniejsze do uprawy. Są to gleby żyzne o wysokiej zawartości próchnicy – 3,5%.

Wysycenie kompleksu sorpcyjnego kationami zasadowymi przekracza 80%.

Cecha	Zawartość	
pH w KCl	7,2	
Stopień wysycenia zasadami [%]	79,50	
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> [mg · 100g <sup>-1</sup> gleby]	32,50	
K <sub>2</sub> O [mg · 100g <sup>-1</sup> gleby]	27,60	
Mg [mg · 100g <sup>-1</sup> gleby]	11,40	
N min. w glebie [kg · ha <sup>-1</sup> ]	63,78	
Skład granulometryczny (%)	Piasek 1-0,1mm	21
	Pył 0,1-0,02mm	42
	Cząstki spławialne <0,02mm	37

Tabela 7. Zasobność gleby na P3

Plantacja 4 – ziemniaki wysadzono na glebie płowej typowej, klasy IIIb należącej do kompleksu pszennego wadliwego. Gleby płowe wytworzyły się ze zwietrzelin mułowców/margli z domieszką pyłów. Mają uziarnienie pyłowo-gliniaste. Właściwości fizykochemiczne gleb płowych zbliżone są do właściwości gleb brunatnych wytworzonych z podobnych zwietrzelin skał macierzystych (margli). Dominuje uziarnienie pyłu gliniastego, który głębiej przechodzi w pył ilasty lub glinę zwykłą o wyższej zawartości iłu. Wysycenie kationami zasadowymi waha się w zakresie od kilkunastu procent w warstwie powierzchniowej do 60 – 70% w poziomach niższych.

Cecha	Zawartość	
pH w KCl	6,6	
Stopień wysycenia zasadami [%]	65,40	
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> [mg · 100g <sup>-1</sup> gleby]	27,40	
K <sub>2</sub> O [mg · 100g <sup>-1</sup> gleby]	20,50	
Mg [mg · 100g <sup>-1</sup> gleby]	11,20	
N min. w glebie [kg · ha <sup>-1</sup> ]	37,60	
Skład granulometryczny (%)	Piasek 1-0,1mm	42
	Pył 0,1-0,02mm	24
	Cząstki spławialne <0,02mm	34

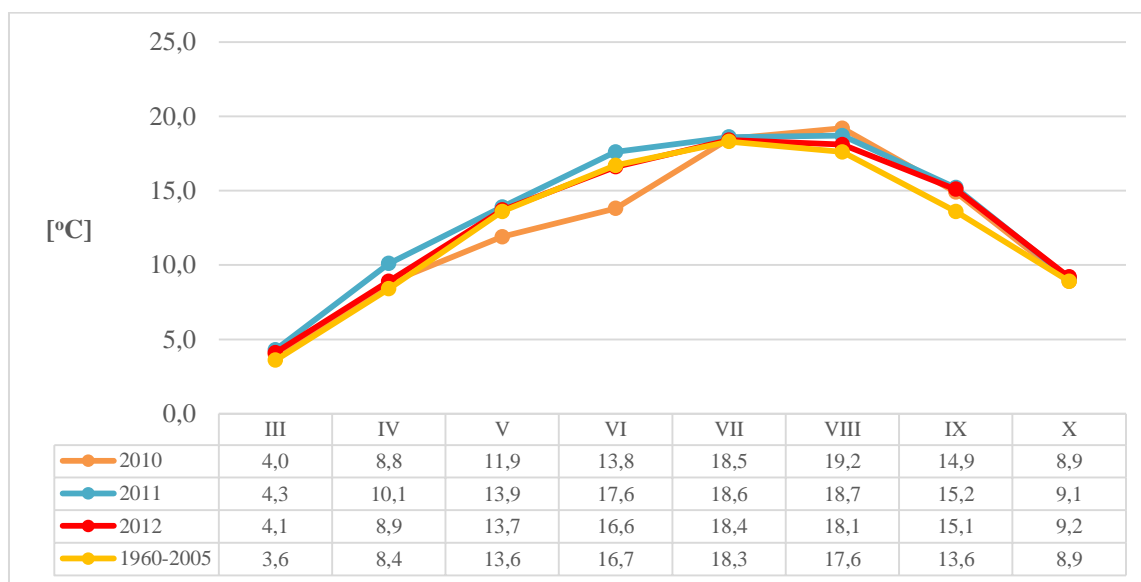
Tabela 8. Zasobność gleby na P4

## 5.2 Warunki klimatyczne

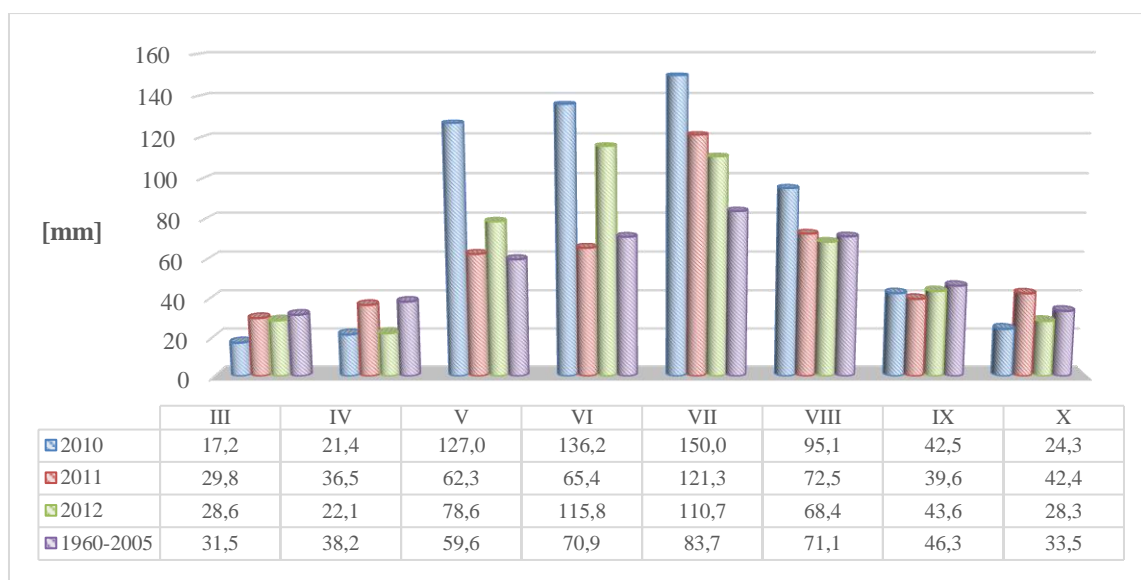
Warunki klimatyczne przedstawiono osobno dla plantacji P3 i P4 oraz razem dla plantacji P1 i P2. Z analizy otrzymanych danych pogodowych wynikało, że warunki termiczno-wilgotnościowe pomiędzy plantacjami P1 i P2 nie różnią się wyraźnie, dlatego też zostały one przedstawione wspólnie dla obu plantacji. Dane pogodowe pochodzą z lokalnych stacji meteorologicznych plantatorów oraz Instytutu Meteorologii i Gospodarki Wodnej.

Na podstawie analizy warunków termicznych dla plantacji P1 i P2 (wyk. 1) stwierdzono, że sezon wegetacyjny w 2011 roku odznaczał się najwyższymi temperaturami w latach 2010 – 2012. Największe różnice wystąpiły w kwietniu i wynosiły one powyżej 1°C. Wyraźnie większe zróżnicowanie stwierdzono w czerwcu – w porównaniu do roku 2010 różnica wyniosła 3,8°C, a do roku 2012 – 1°C. W pozostałych miesiącach różnice były niewielkie, poza sierpniem roku 2010. Był to najcieplejszy miesiąc z całego badanego trzylecia, a różnice wyniosły 0,5°C w porównaniu z rokiem 2011 i 1,1°C w porównaniu z rokiem 2012. Analizując dane wieloletnie stwierdzono, że temperatury w maju i czerwcu 2010 roku były znacznie niższe niż średnie temperatury z wielolecia. Natomiast średnia temperatura sierpnia była wyższa o 1,6°C. Poza tym stwierdzono, że sierpień i wrzesień w poszczególnych latach badań odznaczał się wyższymi temperaturami niż odnotowane w tych samych miesiącach wielolecia.

Analizując opady w latach badań dla plantacji P1 i P2 (wyk. 2) stwierdzono, że ich rozkład w poszczególnych miesiącach wegetacji był nierównomierny. Najniższą sumą opadów z trzech badanych lat charakteryzował się rok 2011, ale mimo to średnia suma opadów okresu marzec-wrzesień była wyższa od średniej wieloletniej dla analogicznego okresu. W I dekadzie października 2011 roku wystąpiły znaczne opady – 29,6 mm, co miało bezpośredni wpływ na warunki zbioru ziemniaków



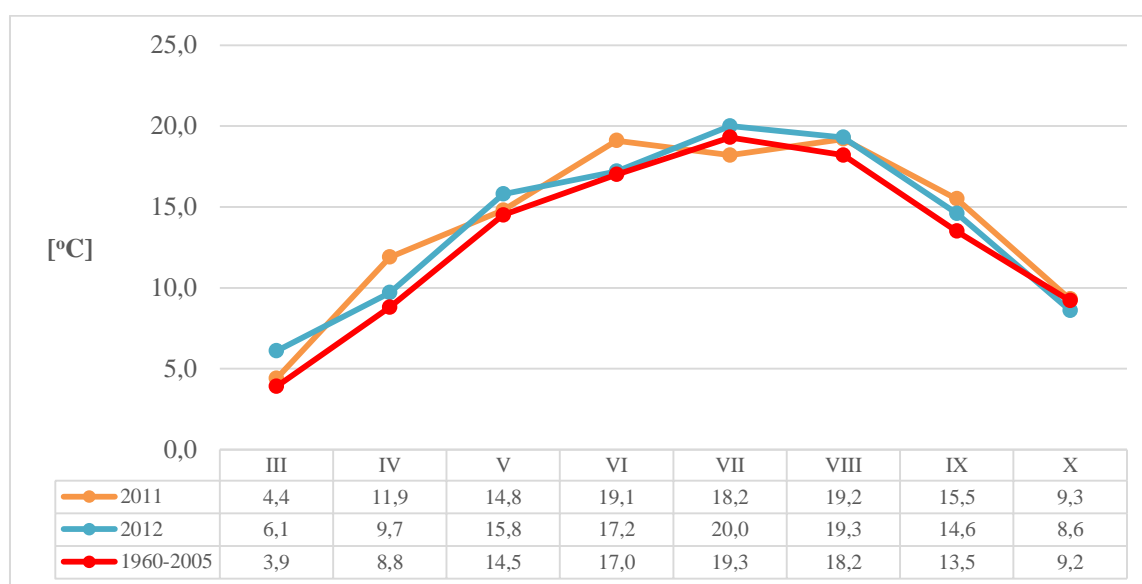
Wykres 1. Średnie miesięczne temperatury okresu wegetacji ziemniaka w latach badań na tle wielolecia (P1 i P2)



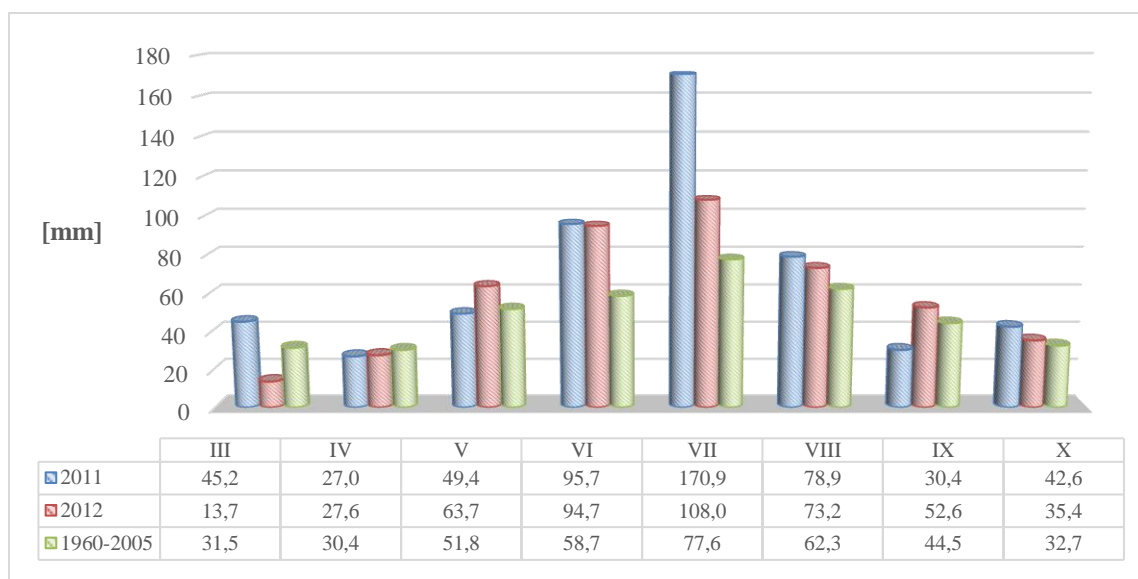
Wykres 2. Średnie miesięczne sumy opadów okresu wegetacji ziemniaka w latach badań na tle wielolecia (P1 i P2)

Sezon wegetacyjny w latach 2011 i 2012 dla plantacji P3 charakteryzował się wyższymi temperaturami niż w okresie wieloletnim (wyk. 3) i tak w kwietniu 2011 roku różnica wynosiła ponad 3°C, w czerwcu prawie 2°C, a we wrześniu 2°C. Maj i lipiec okazały się nieco chłodniejsze (różnica kolejno 1 i 1,8°C). W 2012 roku marzec był cieplejszy o ponad 2°C w stosunku do temperatury marca w wieloleciu, a w pozostałych miesiącach wegetacji różnice wynosiły od 0,2 do 1,3°C, poza październikiem, który był nieco chłodniejszy niż w wieloleciu (różnica 0,6°C).

Rozkład opadów na plantacji P3 w latach badań był istotnie zróżnicowany (wyk. 4), a całkowite sumy opadów okresu wegetacyjnego były znacznie wyższe niż w tym samym okresie wielolecia. Najwyższą sumę opadów w porównaniu do wielolecia odnotowano w czerwcu oraz lipcu 2011 roku (37 i 93,3 mm) oraz w tych samych miesiącach 2012 roku (36 i 20,4 mm). Niska suma opadów we wrześniu 2011 roku oraz ich nierównomierny rozkład w połączeniu z wyższymi opadami w październiku skutkowałą pogorszeniem warunków zbioru w tym roku.



Wykres 3. Średnie miesięczne temperatury okresu wegetacji ziemniaka w latach badań na tle wielolecia (P3)

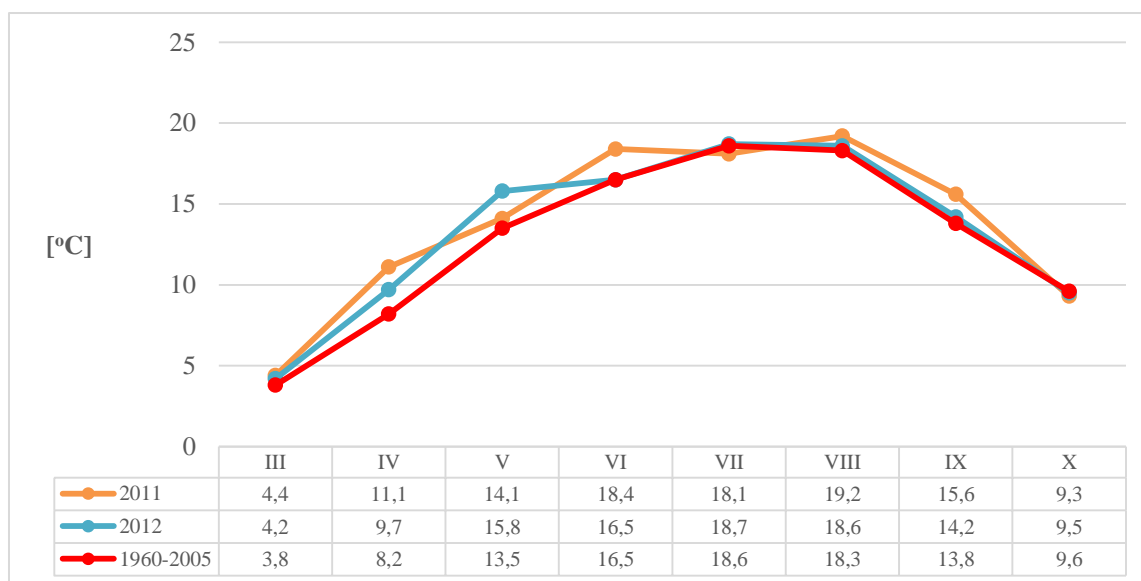


Wykres 4. Średnie miesięczne sumy opadów okresu wegetacji ziemniaka w latach badań na tle wielolecia (P3)

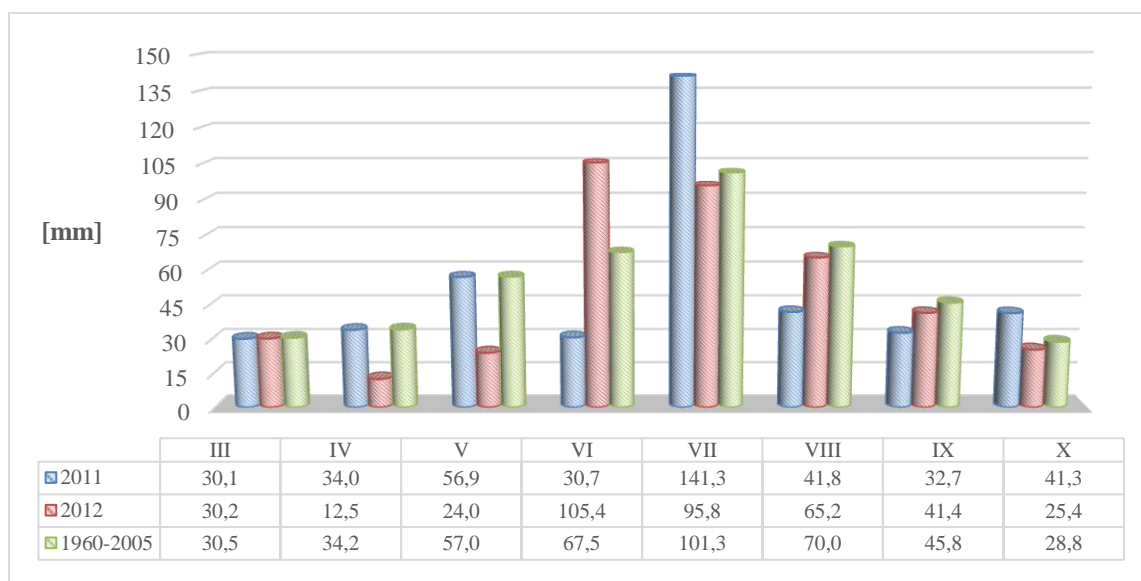
Temperatura powietrza w poszczególnych miesiącach wegetacji w latach prowadzenia badań na plantacji P4 (wyk. 5) była wyższa od średnich wieloletnich z wyjątkiem lipca oraz października 2011 roku i października roku 2012. Najwyższe różnice odnotowano w kwietniu oraz czerwcu, a także we wrześniu 2011 roku (kolejno 3,9; 1,9 i 1,8°C) oraz w maju 2012 roku – 2,3°C.

Rozkład opadów na plantacji P4 w latach badań był istotnie zróżnicowany (wyk. 6) i nierównomierny. W pierwszych trzech miesiącach sezonu wegetacyjnego 2011 roku suma opadów była niemal identyczna jak średnia wieloletnia, dopiero w czerwcu odnotowano znacznie mniej opadów, a różnica wyniosła 36,8 mm. Sierpień i wrzesień także charakteryzował się niższymi sumami opadów i różnice wynosiły kolejno 28,2 i 13,1 mm. Wyższe sumy opadów odnotowano w lipcu oraz październiku – 40 i 12,6 mm. W 2012 roku znacznie niższe opady w stosunku do średnich wieloletnich odnotowano w kwietniu i maju – 21,7 i 33 mm, a wyższe w czerwcu – 37,9 mm.





Wykres 5. Średnie miesięczne temperatury okresu wegetacji ziemniaka w latach badań na tle wielolecia (P4)



Wykres 6. Średnie miesięczne sumy opadów okresu wegetacji ziemniaka w latach badań na tle wielolecia (P4)

### 5.3 Warunki agrotechniczne

Po zbiorze przedplonu pobierano próby glebowe do badań laboratoryjnych w celu określenia kwasowości oraz zasobności gleby w podstawowe makroelementy, w celu określenia zapotrzebowania na składniki pokarmowe oraz dobranie odpowiedniego

nawożenia do wymagań danej odmiany. Analizy wykonywane były w Stacji Chemiczno-Rolniczej.

Przedplonem w uprawie ziemniaka na wszystkich plantacjach była pszenica ozima, którą zbierano w III dekadzie lipca lub I sierpnia w zależności od warunków panujących w danym roku. Słomę rozdrabniano i pozostawiano na polu. Przed wykonaniem uprawy późniejszej na wszystkich plantacjach (agregat ścierniskowy) wykonywano zabieg opryskiwania roztworem saletrzano-mocznikowym w celu szybszego i lepszego rozkładu materii organicznej w glebie. Na początku listopada po zastosowaniu nawożenia potasowego, w formie soli potasowej, wykonywano głęboką orkę przedzimową.

Wiosną, przed przystąpieniem do uprawy gleby stosowano pełne nawożenie fosforowe oraz 2/3 dawki azotu dogłębowo. Pozostała część azotu stosowana była nalistnie wraz z zabiegami ochronno-pielęgnacyjnymi oraz uzupełniającym nawożeniem mikroelementowym.

Na wszystkich plantacjach w latach 2010 – 2012 ziemniaki sadzono w III dekadzie marca czterorzędową sadzarką wyposażoną w zaprawiarkę bulw (środki ochrony roślin) oraz obsypnik do formowania redlin (trapez) za jednym przejazdem.

Plantacje ziemniaków, na których prowadzono badania, były intensywnie chronione przed zachwaszczeniem oraz chorobami i szkodnikami, takimi jak: alternarioza i zaraza ziemniaka oraz stonka ziemniaczana.

Zbiór wykonywano w I i II dekadzie października, po uprzedniej desykacji roślin.

#### 5.4 Warunki przechowywania ziemniaków

Ziemniaki przechowywano przez dwa i cztery miesiące w przechowalniach z regulowaną temperaturą i wilgotnością. Temperatura przechowywania była dostosowana do wymagań każdej odmiany. Odmianę Markies przechowywano w temperaturze 6,5°C, a odmiany Ramos i Innovator w temperaturze 7°C. Wilgotność względna utrzymywana była na poziomie 95% dla wszystkich odmian.

## 6. WYNIKI

### 6.1 Uszkodzenia mechaniczne (wskaźnik uszkodzeń – %)

Na uszkodzenia mechaniczne wyrażone wskaźnikiem uszkodzeń wpływ miały wszystkie analizowane czynniki, tj. warunki wegetacji, długość okresu przechowywania oraz genotyp odmiany.

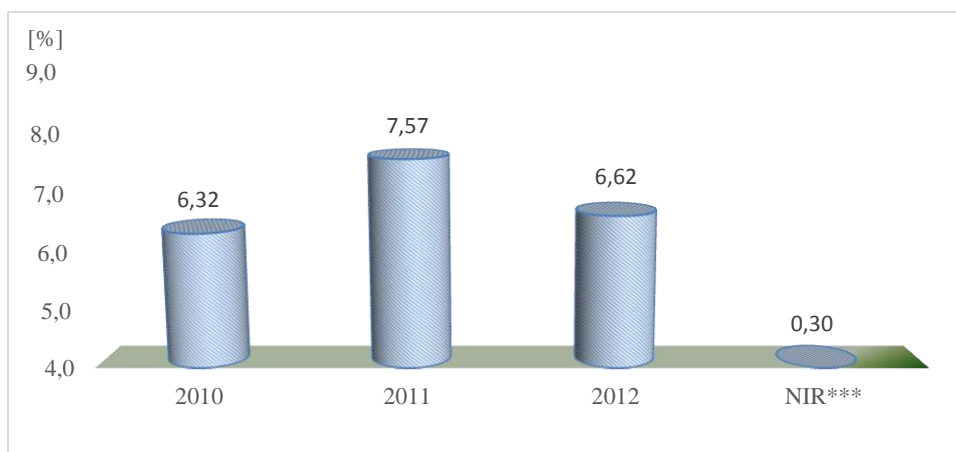
#### 6.1.1 Warunki gleby ciężkiej – klasa IIIa (P1)

Udowodniono istotny wpływ przebiegu pogody w latach badań (wyk. 1 i 2) na wartość wskaźnika uszkodzeń zewnętrznych i wewnętrznych oraz na sumę wskaźników uszkodzeń niezależnie od badanej odmiany (wyk. 7 – 18 oraz 23 – 34).

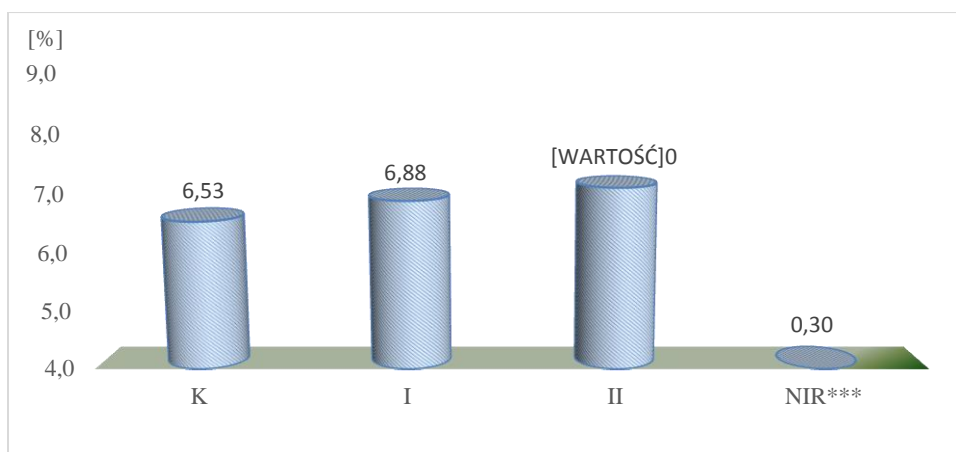
Najwyższą wartość wskaźnika uszkodzeń bulw stwierdzono w roku 2011 – 10,2% dla bulw zbieranych rano oraz 3,98% dla bulw zbieranych po południu. Na wysoką wartość wskaźnika w tym roku, w stosunku do lat pozostałych wpływ, miały niekorzystne warunki pogodowe w końcowej fazie wegetacji roślin ziemniaka oraz podczas zbioru (wyk. 15 i 31). W roku tym odnotowano wyższą sumę opadów w pierwszych dniach października (29,6 mm) w porównaniu do lat 2010 (9,6 mm) i 2012 (10 mm), co miało istotny wpływ na pogorszenie warunków glebowych. W latach 2010 i 2012 w porównaniu do roku 2011 wartość wskaźnika uszkodzeń bulw ze zbioru porannego i popołudniowego była niższa i dla 2010 roku różnica wynosiła kolejno 1,69% i 0,65%, a dla 2012 – 0,07% i 0,15% (wyk. 15 i 31).

Wartość wskaźnika uszkodzeń zewnętrznych i wewnętrznych w roku 2010 ze zbioru porannego różniła się istotnie w porównaniu z pozostałymi latami badań. W 2010 roku dla uszkodzeń zewnętrznych rano wartość ta osiągnęła poziom 6,32% i była niższa o 1,25% w porównaniu do roku 2011, a w roku 2012 była wyższa niż w roku 2010 o 0,30% i wynosiła 6,62% (wyk. 7). Dla uszkodzeń wewnętrznych rano wartość wskaźnika uszkodzeń w roku 2010 była na poziomie 2,14% i był to wynik istotnie niższy niż w kolejnych latach. W 2011 roku wartość wskaźnika uszkodzeń wewnętrznych był wyższa o 0,49%, a w 2012 o 0,06% (wyk. 11).

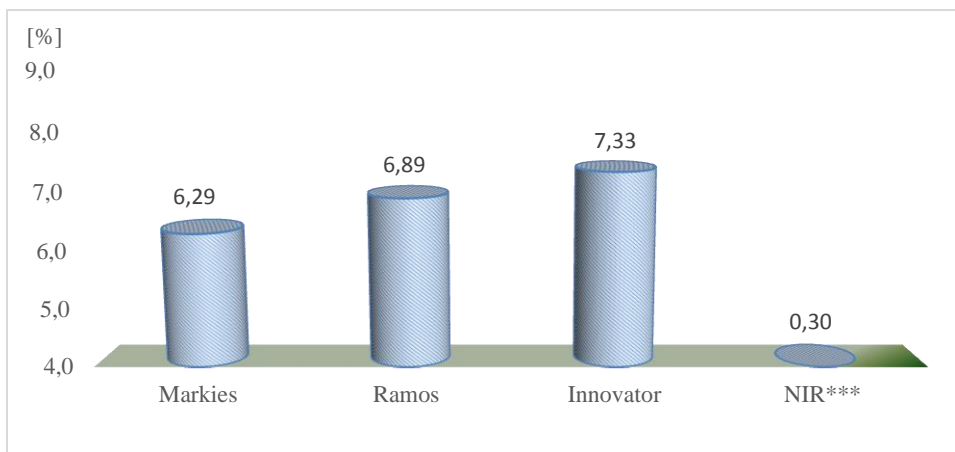
Wartość wskaźnika uszkodzeń zewnętrznych i wewnętrznych ze zbioru w godzinach popołudniowych w roku 2010 była także niższa od wskaźników z lat 2011 i 2012. Dla uszkodzeń zewnętrznych ze zbioru popołudniowego w 2010 roku wartość ta osiągnęła poziom 2,68% i był to wynik istotnie niższy niż w pozostałych latach badań. W roku 2011 było to 3,31%, a w 2012 – 2,93% (wyk. 23). Wartość wskaźnika uszkodzeń wewnętrznych także była najniższa w 2010 roku i wynosiła 0,54%, w roku 2011 była wyższa o 0,12%, a w 2012 o 0,10% w odniesieniu do roku 2010 (wyk. 27). Stwierdzono, że rok 2010 charakteryzował się najkorzystniejszymi warunkami podczas zbioru ziemniaka (wyk. 7, 11, 15, 23, 27 i 31).



Wykres 7. Uszkodzenia zewnętrzne w latach badań – rano



Wykres 8. Uszkodzenia zewnętrzne w zależności od długości przechowywania – rano



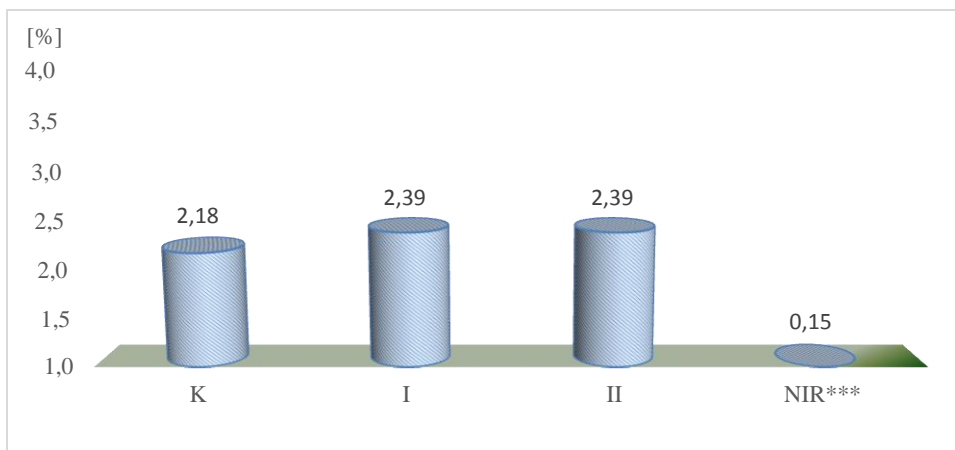
Wykres 9. Uszkodzenia zewnętrzne w zależności od odmiany – rano



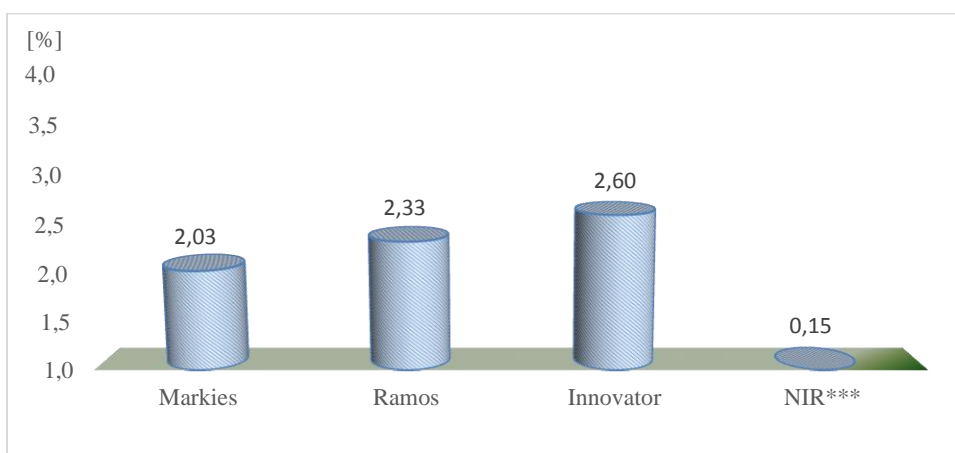
Wykres 10. Uszkodzenia zewnętrzne – rano (współdziałania czynników)



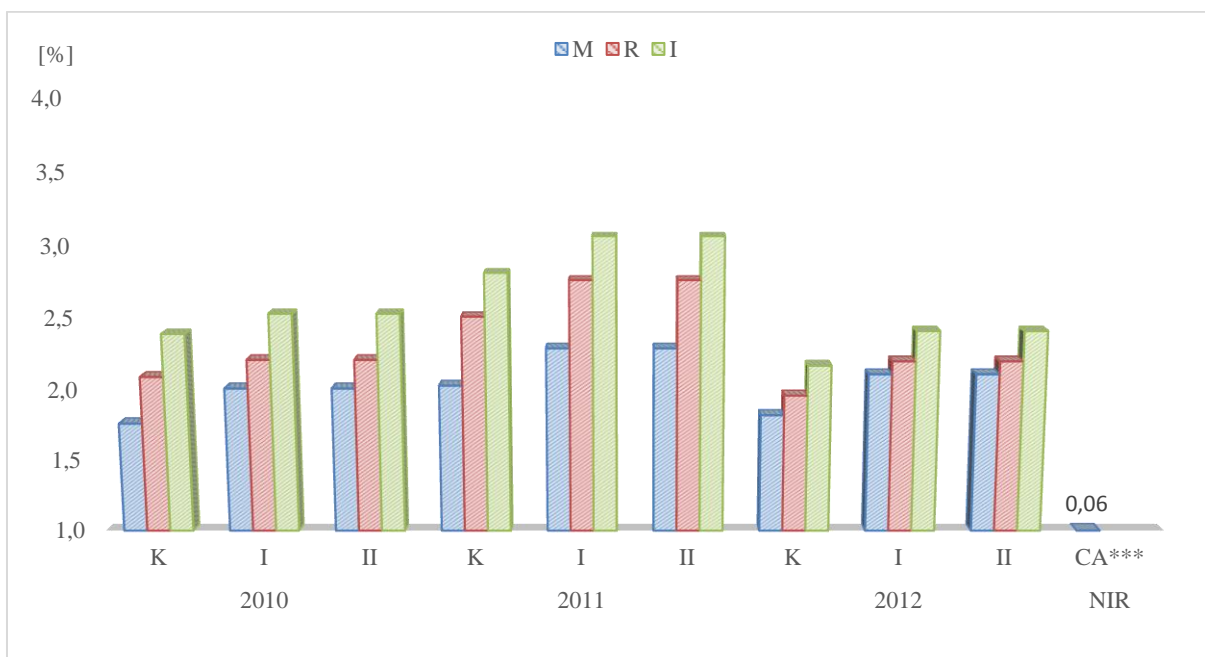
Wykres 11. Uszkodzenia wewnętrzne w latach badań – rano



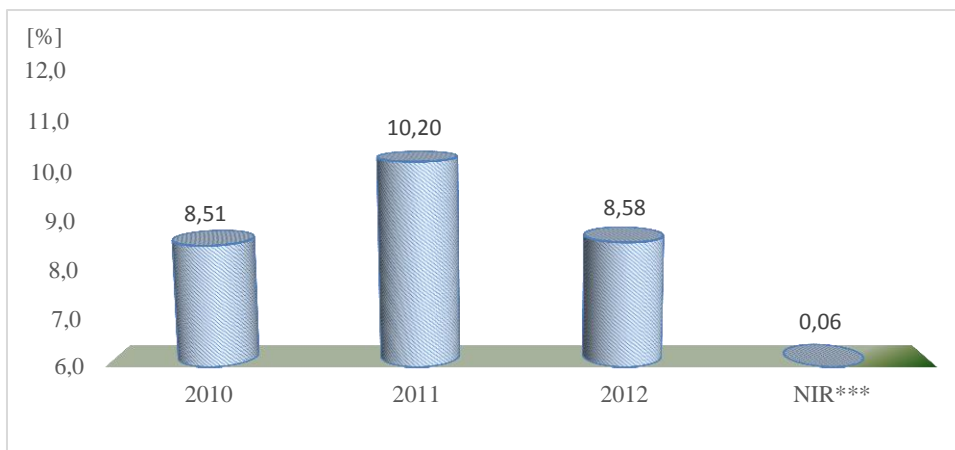
Wykres 12. Uszkodzenia wewnętrzne w zależności od długości przechowywania – rano



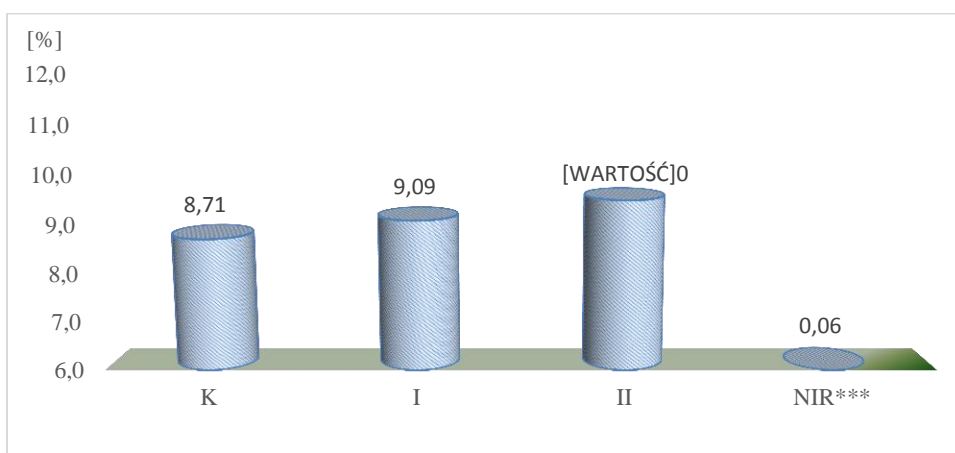
Wykres 13. Uszkodzenia wewnętrzne w zależności od odmiany – rano



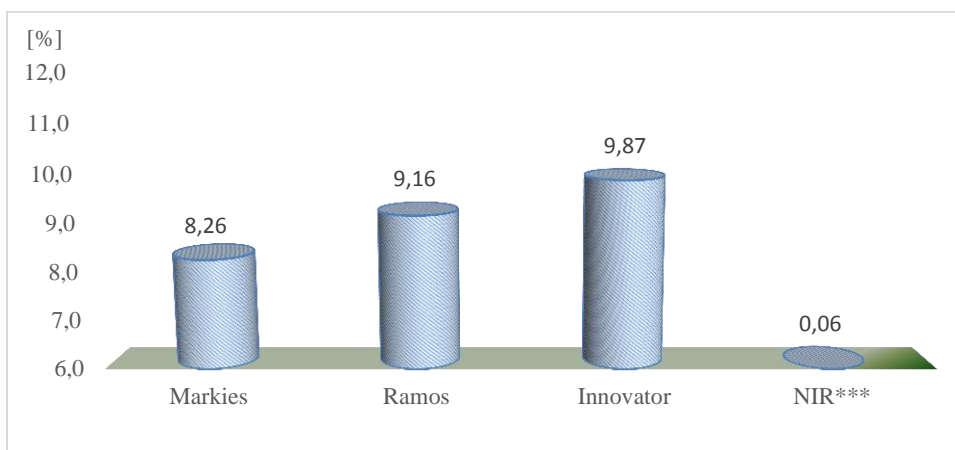
Wykres 14. Uszkodzenia wewnętrzne – rano (współdziałanie czynników)



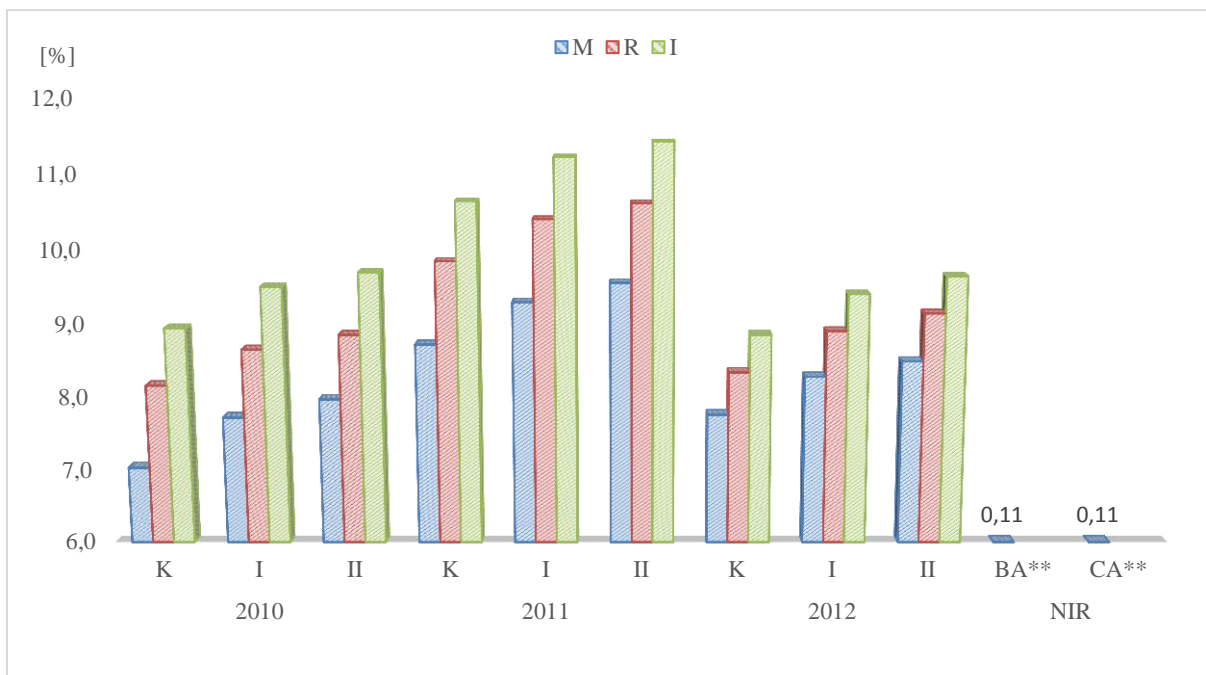
Wykres 15. Suma uszkodzeń w latach badań – rano



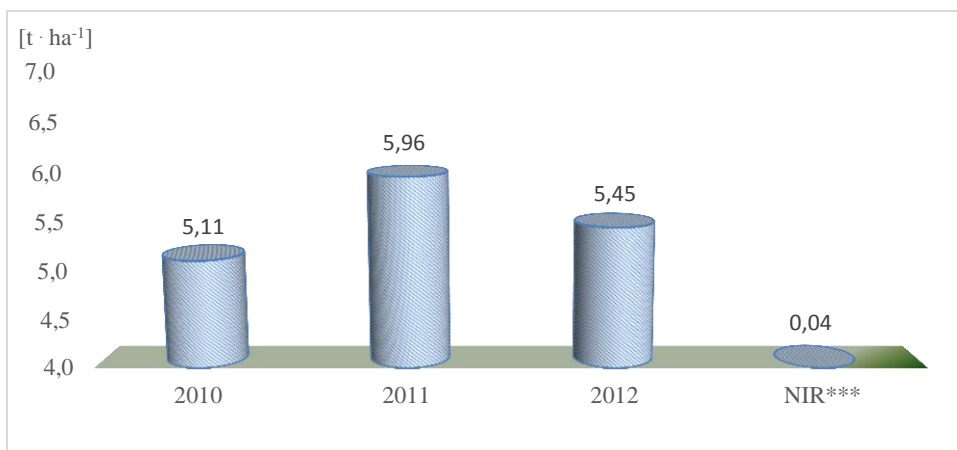
Wykres 16. Suma uszkodzeń w zależności od długości przechowywania – rano



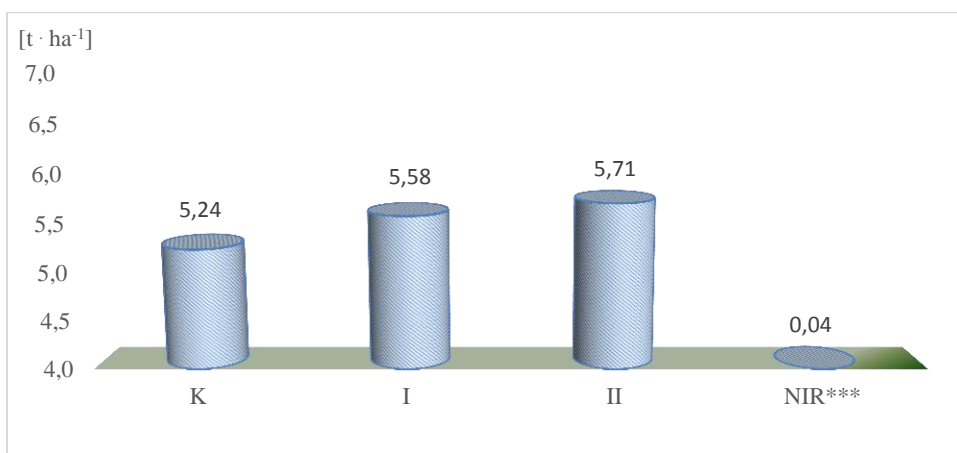
Wykres 17. Suma uszkodzeń w zależności od odmiany – rano



Wykres 18. Suma uszkodzeń – rano (współdziałanie czynników)

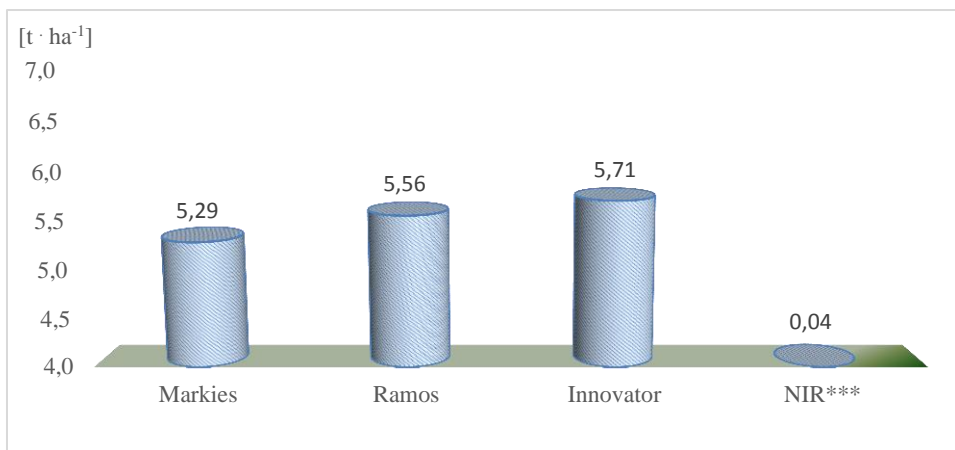


Wykres 19. Straty w plonie handlowym w latach badań – rano

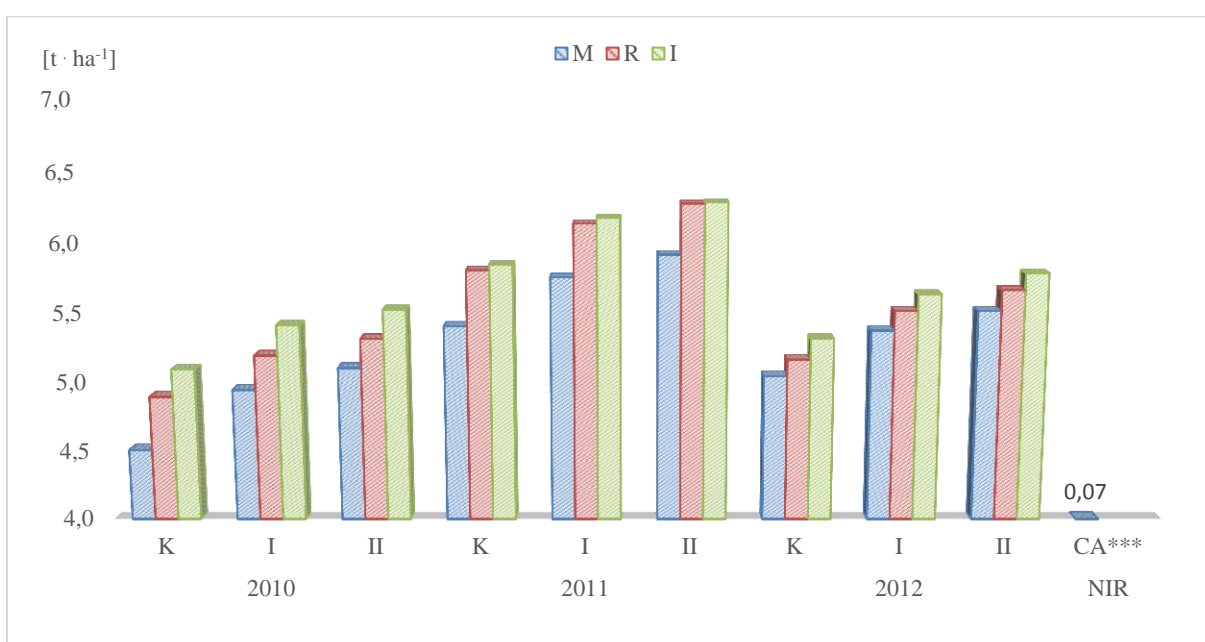


Wykres 20. Straty w plonie handlowym w zależności od długości przechowywania – rano

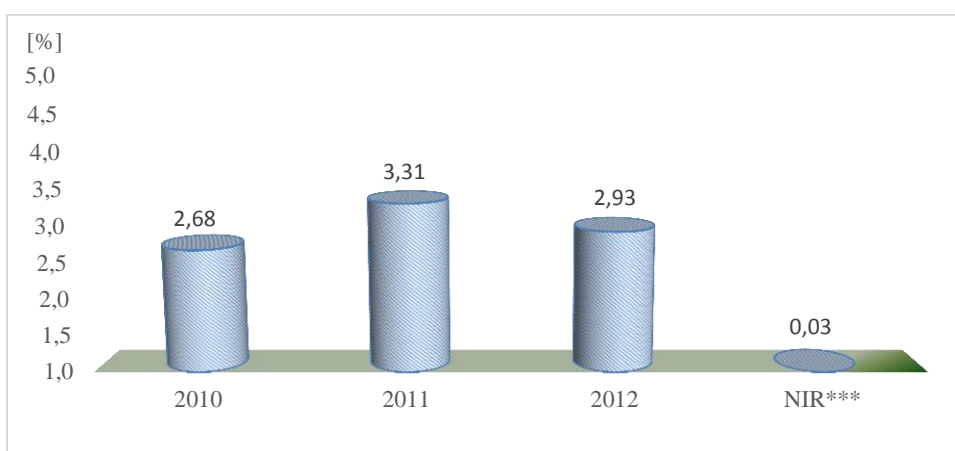




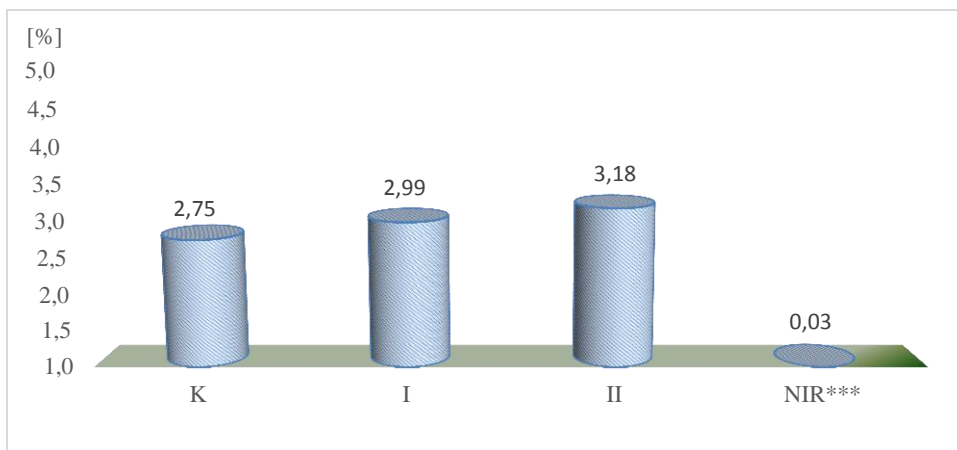
Wykres 21. Straty w plonie handlowym w zależności od odmiany – rano



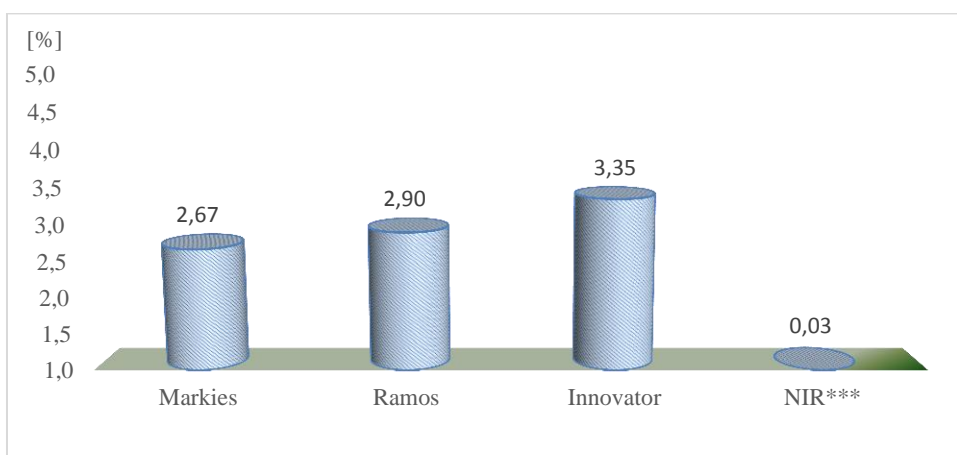
Wykres 22. Straty w plonie handlowym – rano (współdziałanie czynników)



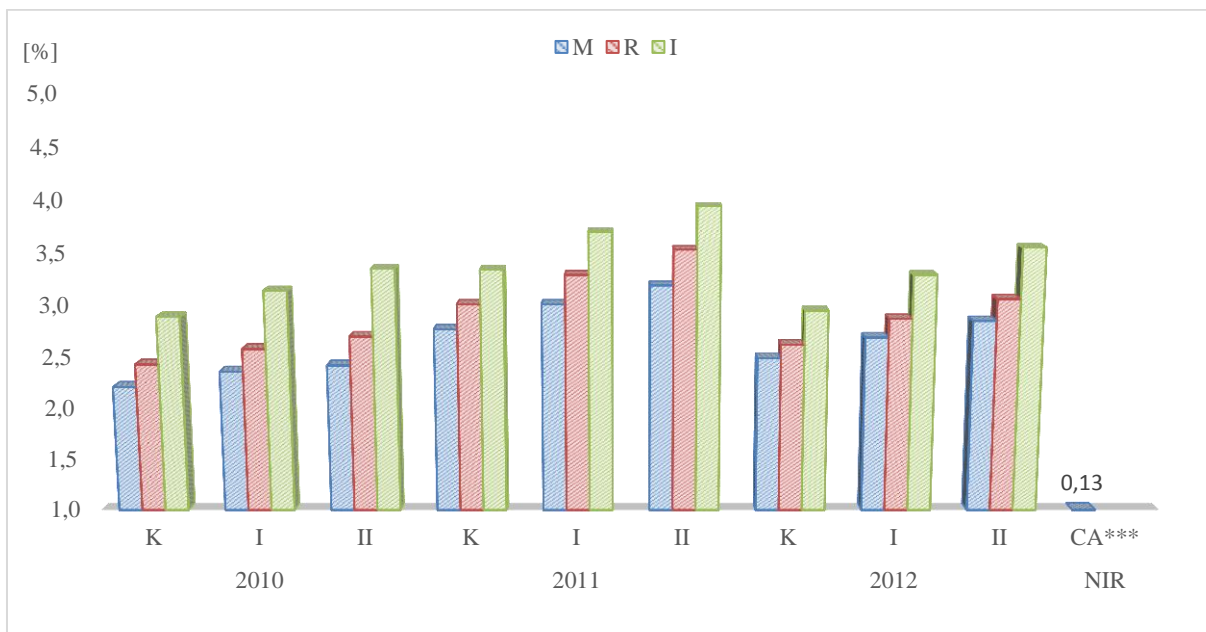
Wykres 23. Uszkodzenia zewnętrzne w latach badań – po południu



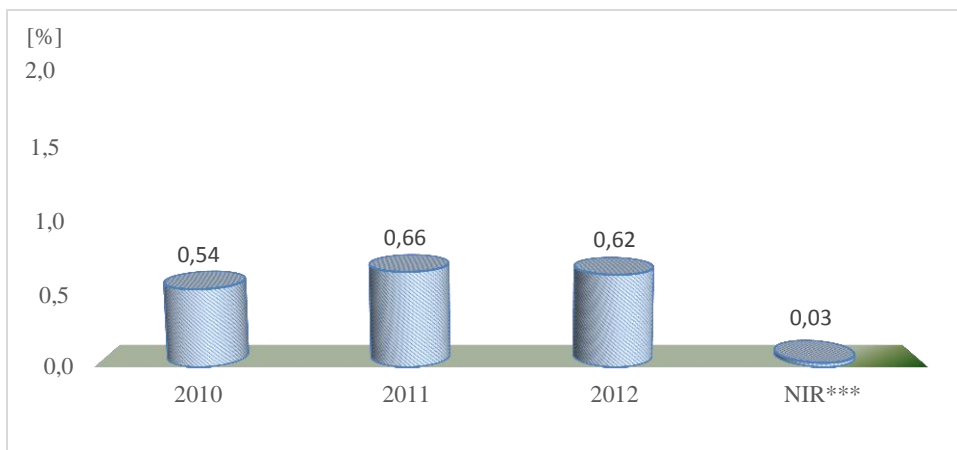
Wykres 24. Uszkodzenia zewnętrzne w zależności od długości przechowywania – po południu



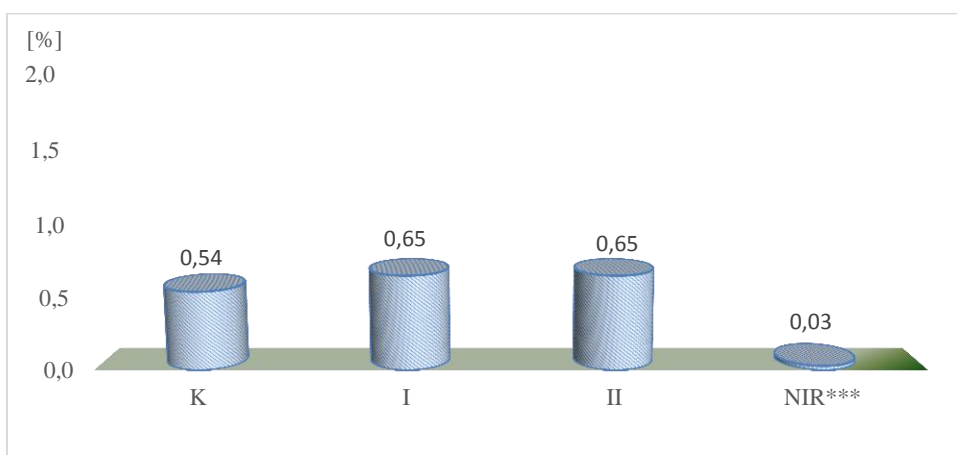
Wykres 25. Uszkodzenia zewnętrzne w zależności od odmiany – po południu



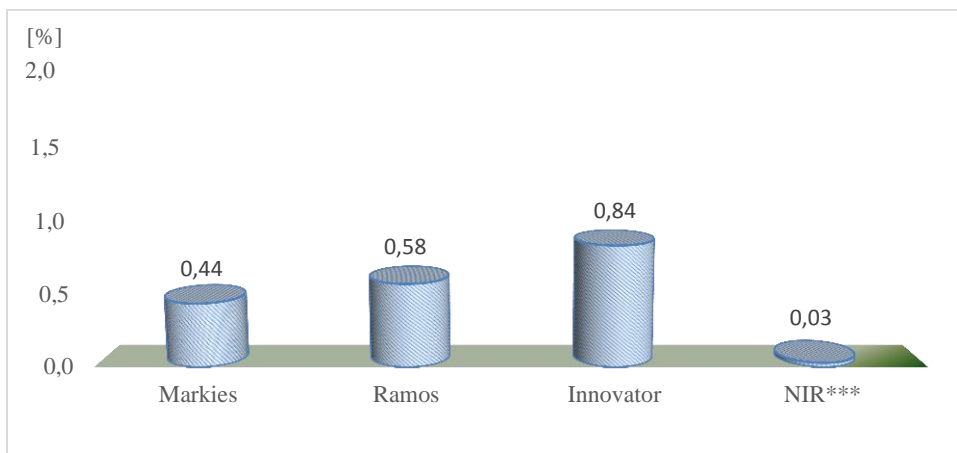
Wykres 26. Uszkodzenia zewnętrzne – po południu (współdziałanie czynników)



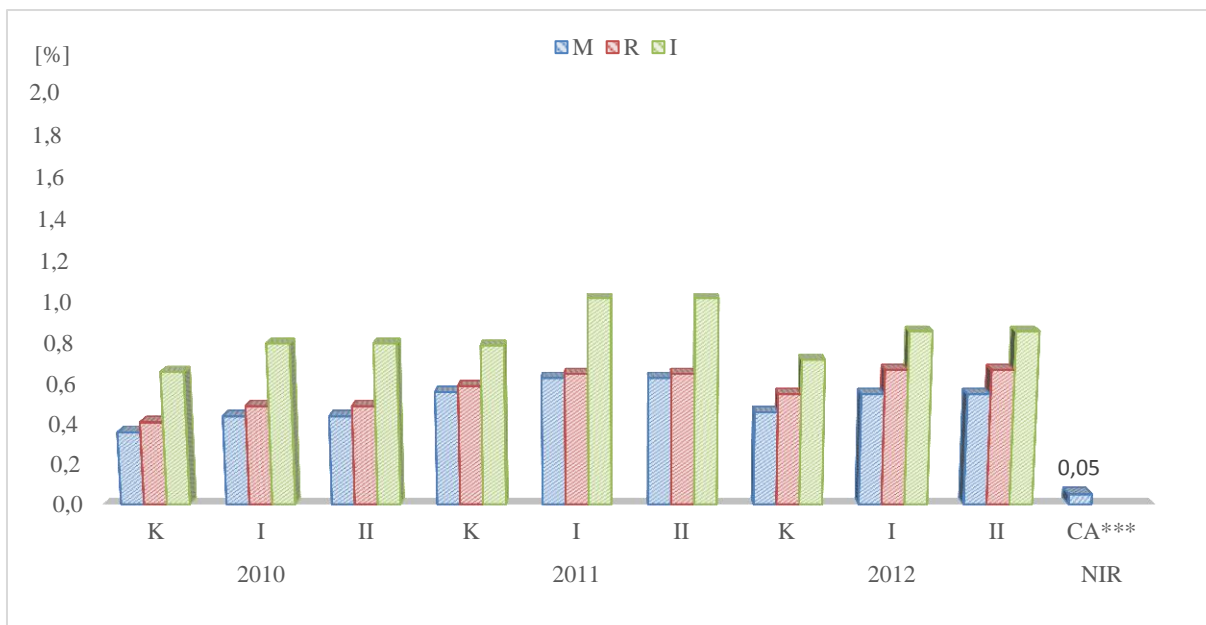
Wykres 27. Uszkodzenia wewnętrzne w latach badań – po południu



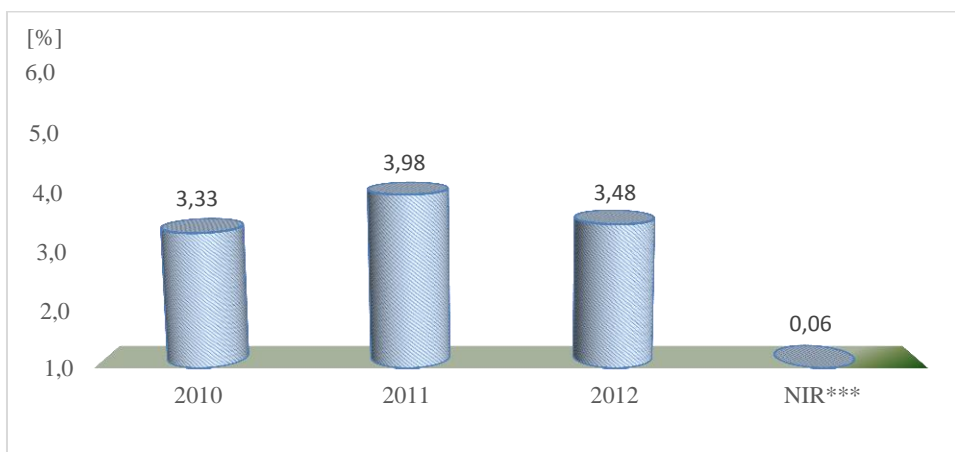
Wykres 28. Uszkodzenia wewnętrzne w zależności od długości przechowywania – po południu



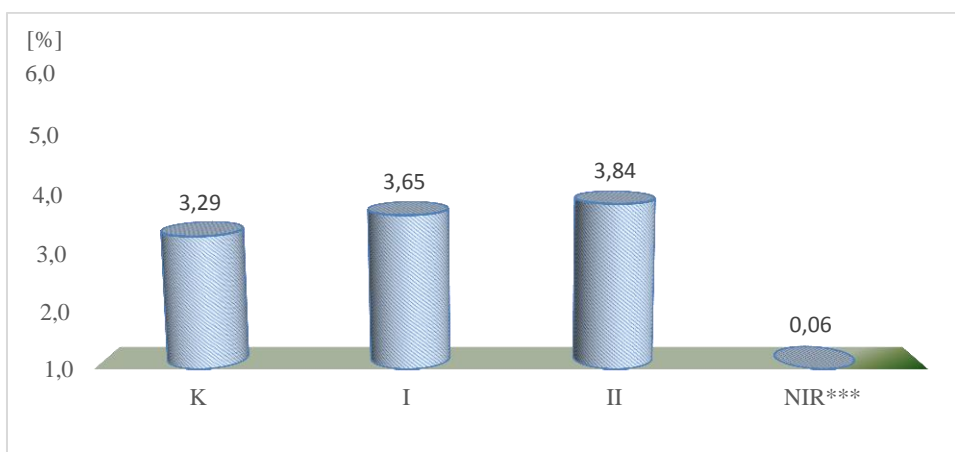
Wykres 29. Uszkodzenia wewnętrzne w zależności od odmiany – po południu



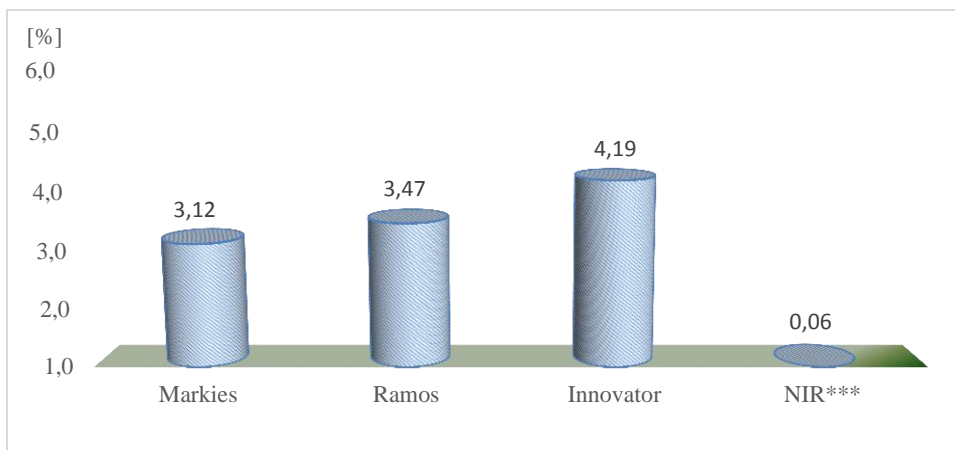
Wykres 30. Uszkodzenia wewnętrzne – po południu (współdziałanie czynników)



Wykres 31. Suma uszkodzeń w latach badań – po południu



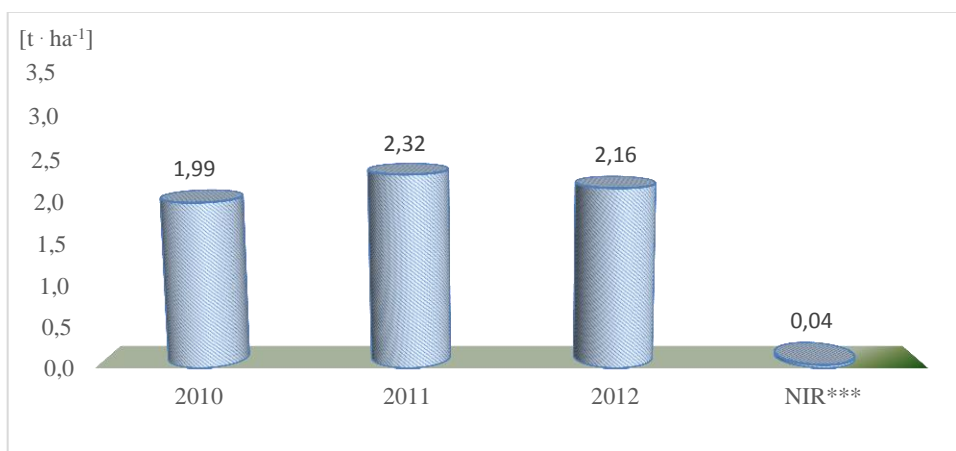
Wykres 32. Suma uszkodzeń w zależności od długości przechowywania – po południu



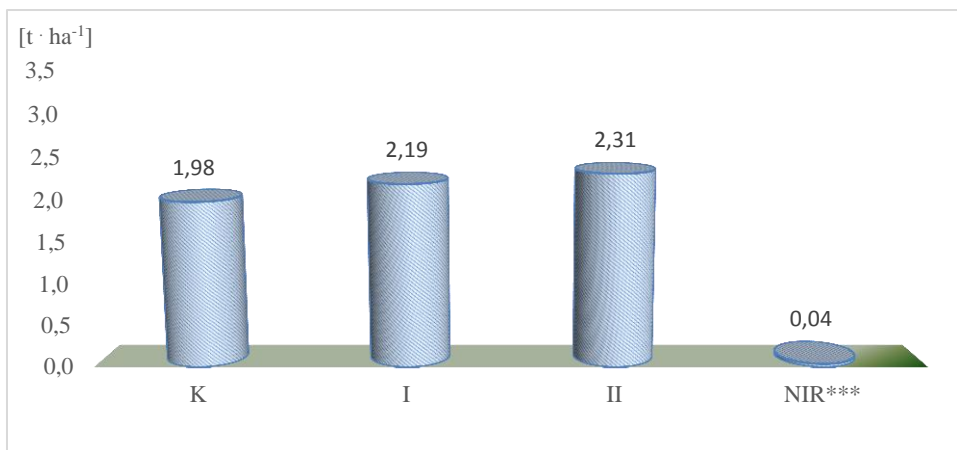
Wykres 33. Suma uszkodzeń w zależności od odmiany – po południu



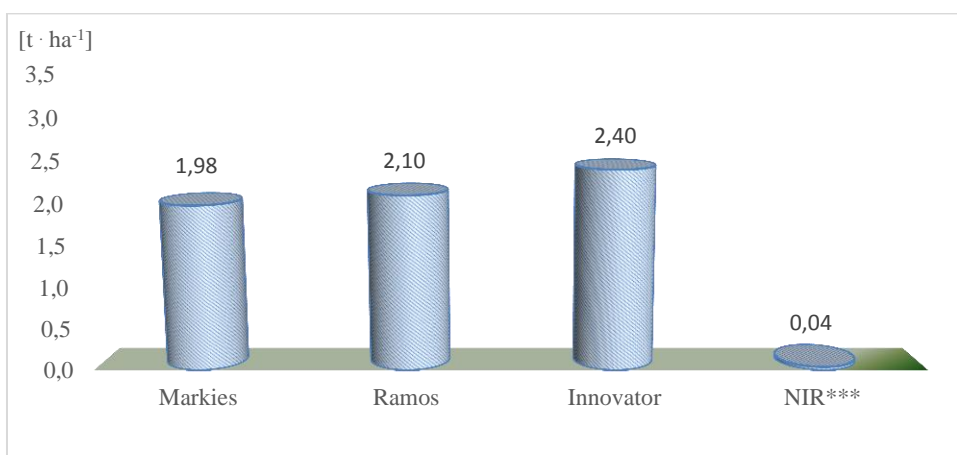
Wykres 34. Suma uszkodzeń – po południu (współdziałanie czynników)



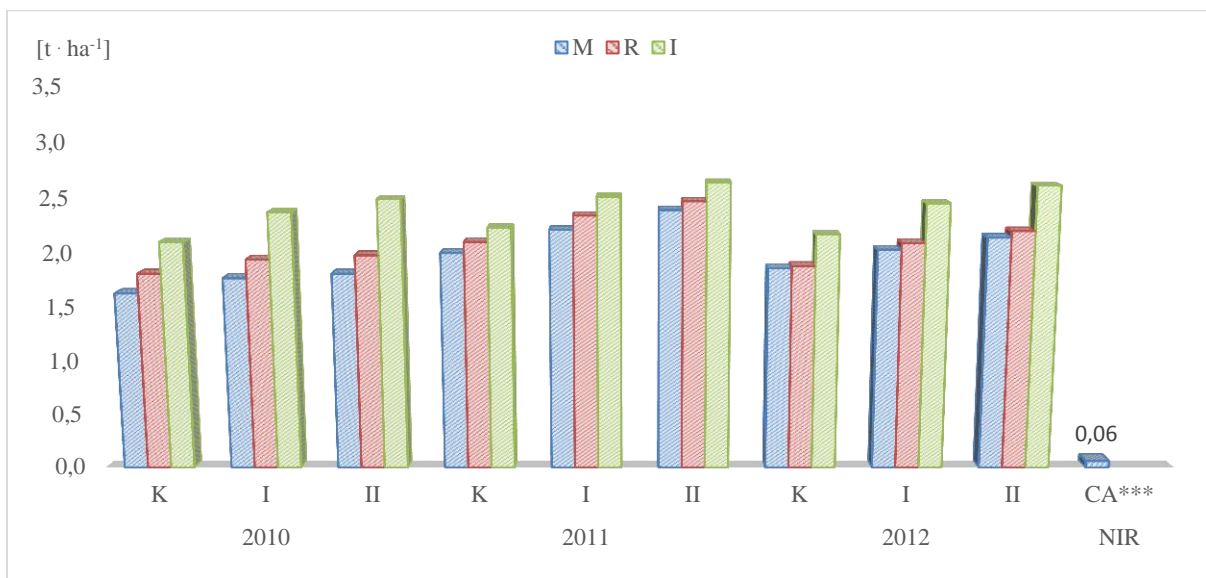
Wykres 35. Straty w plonie handlowym w latach badań – po południu



Wykres 36. Straty w plonie handlowym w zależności od długości przechowywania – po południu



Wykres 37. Straty w plonie handlowym w zależności od odmiany – po południu



Wykres 38. Straty w plonie handlowym – po południu (współdziałanie czynników)

Po dwóch miesiącach przechowywania stwierdzono wzrost wartości wskaźnika uszkodzeń zewnętrznych bulw ze zbioru porannego z 6,53% do 6,88% (wyk. 8). Po kolejnych dwóch miesiącach wartość wskaźnika wzrosła do 7,10% (wyk. 8). Wartość wskaźnika uszkodzeń ze zbioru popołudniowego kształtowała się na poziomie 2,75%, po dwóch miesiącach przechowywania wzrosła o 0,19%, a po czterech miesiącach o 0,24% (wyk. 24)

Wartość wskaźnika uszkodzeń wewnętrznych wzrastała jedynie po dwóch miesiącach przechowywania i w stosunku do zbioru bezpośredniego (2,18%) zwiększyła się o 0,21% dla bulw zbieranych rano (wyk. 12), a dla zbioru popołudniowego w porównaniu ze zbiorem bezpośrednim (0,54%) – o 0,11% (wyk. 28). Po czterech miesiącach nie stwierdzono wzrostu wartości wskaźnika uszkodzeń (wyk. 12 i 28).

Odmiany różniły się między sobą istotnie genetycznie uwarunkowaną podatnością na uszkodzenia mechaniczne. Najmniej podatną na uszkodzenia okazała się odmiana Markies, natomiast najbardziej podatną – odmiana Innovator (wyk. 17 i 33). Różnice w porównaniu do odmiany Markies wynosiły: dla wartości wskaźnika uszkodzeń zewnętrznych rano – 0,60% (Ramos) i 1,04% (Innovator) (wyk. 9), a po południu – 0,23% i 0,68% (wyk. 25); dla wartości wskaźnika uszkodzeń wewnętrznych rano – 0,30% i 0,57% (wyk. 13), a po południu – 0,13% i 0,39% (wyk. 29).

Straty w plonie handlowym ze zbioru porannego w roku 2010 wynikające z uszkodzeń zewnętrznych i wewnętrznych (suma) kształtowały się na poziomie  $5,10 \text{ t} \cdot \text{ha}^{-1}$ , w 2011 –  $5,96 \text{ t} \cdot \text{ha}^{-1}$ , a w 2012 –  $5,45 \text{ t} \cdot \text{ha}^{-1}$  (wyk. 19). W zależności od długości przechowywania straty bulw ze zbioru bezpośredniego przeprowadzonego w godzinach porannych kształtowały się na poziomie  $5,24 \text{ t} \cdot \text{ha}^{-1}$ , po dwóch miesiącach przechowywania były o  $340 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1}$  wyższe, a po czterech miesiącach, w porównaniu do zbioru bezpośredniego, wyższe o  $470 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1}$  (wyk. 20). Porównując między sobą badane odmiany stwierdzono, że najniższym poziomem strat podczas zbioru porannego odznaczała się odmiana Markies –  $5,29 \text{ t} \cdot \text{ha}^{-1}$ , a najwyższym odmiana Innovator –  $5,71 \text{ t} \cdot \text{ha}^{-1}$ . U odmiany Ramos straty wynosiły  $5,56 \text{ t} \cdot \text{ha}^{-1}$  (wyk. 21).

Straty podczas zbioru popołudniowego wynosiły w roku 2010 –  $1,99 \text{ t} \cdot \text{ha}^{-1}$ , w 2011 były wyższe o  $330 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1}$ , a w 2012 roku były wyższe o  $170 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1}$  w porównaniu do 2010 roku (wyk. 35). W zależności od długości przechowywania straty powstałe podczas zbioru bezpośredniego kształtowały się na poziomie  $1,98 \text{ t} \cdot \text{ha}^{-1}$ , po dwóch miesiącach składowania wzrastały do  $2,19 \text{ t} \cdot \text{ha}^{-1}$ , a po czterech miesiącach do  $2,31 \text{ t} \cdot \text{ha}^{-1}$  (wyk. 36). Na poziom strat

w plonie handlowym miał także wpływ genotyp uprawianej odmiany. Podobnie jak przy zbiorze porannym najbardziej odporną na uszkodzenia mechaniczne była odmiana Markies, u której straty wynosiły  $1,98 \text{ t} \cdot \text{ha}^{-1}$ , u odmiany Ramos straty były wyższe o  $120 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1}$ , a u odmiany Innovator w porównaniu z odmianą Markies wyższe o  $420 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1}$  (wyk. 37).

Stwierdzono następujące interakcje:

- odmian z latami badań dla wartości wskaźnika uszkodzeń zewnętrznych ze zbioru porannego. Odmiany Markies i Ramos niezależnie od roku badań wykazywały istotne różnice w wartości wskaźnika uszkodzeń zewnętrznych. U odmiany Innovator natomiast odnotowano brak takiej różnicy (wyk. 10);
- odmian z latami badań dla wartości wskaźnika uszkodzeń wewnętrznych ze zbioru porannego. Wartość wskaźnika uszkodzeń u odmiany Innovator różniła się istotnie w latach prowadzenia badań. U odmian Markies i Ramos takich różnic nie stwierdzono (wyk. 14);
- długości okresu przechowywania z latami badań dla wartości wskaźnika sumy uszkodzeń ze zbioru porannego. W 2012 roku nie stwierdzono istotnych różnic pomiędzy odmianami Markies i Ramos w wysokości wartości wskaźnika sumy uszkodzeń, istotną różnicę odnotowano jedynie dla odmiany Innovator. W pozostałych latach badań wszystkie odmiany wykazywały istotne zróżnicowanie (wyk. 18);
- odmian z latami badań dla wartości wskaźnika sumy uszkodzeń ze zbioru w godzinach porannych. U odmiany Ramos w latach 2010 i 2012 nie stwierdzono statystycznych różnic (wyk. 18);
- odmian z latami badań w ilości strat w plonie handlowym ze zbioru porannego. W roku 2011 nie stwierdzono istotnych różnic pod względem strat u odmian Ramos i Innovator (wyk. 22);
- odmian z latami badań dla wartości wskaźnika uszkodzeń zewnętrznych ze zbioru popołudniowego. Nie stwierdzono istotnych różnic w wartości wskaźnika uszkodzeń dla odmiany Innovator w latach 2010 i 2012 (wyk. 26);
- odmian z latami badań dla wartości wskaźnika uszkodzeń wewnętrznych ze zbioru popołudniowego. Nie odnotowano istotnych różnic w wartości wskaźnika uszkodzeń dla odmiany Ramos w latach 2010 i 2012 (wyk. 30);
- długości okresu przechowywania z latami badań dla wartości wskaźnika sumy uszkodzeń ze zbioru popołudniowego. U odmiany Markies nie stwierdzono



istotnych różnic dla wartości wskaźnika sumy uszkodzeń w latach 2010 i 2012 (wyk. 34);

- odmian z latami badań dla wartości wskaźnika sumy uszkodzeń ze zbioru popołudniowego. U odmiany Innovator nie odnotowano istotnych różnic w wartości wskaźnika uszkodzeń w latach 2010 i 2012 (wyk. 34);
- odmian z latami badań w ilości strat w plonie handlowym ze zbioru popołudniowego. W roku 2012 nie stwierdzono statystycznych różnic pomiędzy odmianami Markies i Ramos (wyk. 38).

### 6.1.2 Warunki gleby lekkiej – klasa IVa (P2)

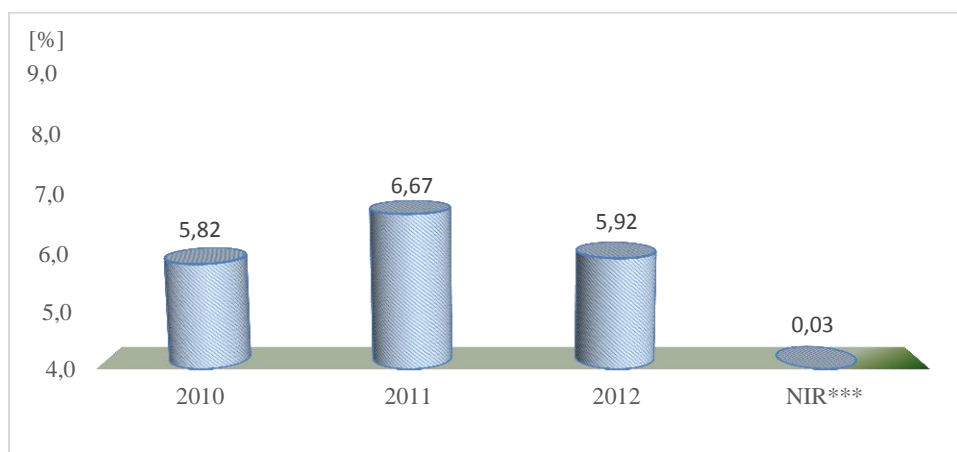
Wykazano istotny wpływ przebiegu pogody w latach badań (wyk. 1 i 2) na wartość wskaźnika uszkodzeń zewnętrznych i wewnętrznych oraz na sumę wskaźników uszkodzeń bulw niezależnie od badanej odmiany (wyk. 39 – 50 oraz 55 – 66).

Podobnie jak na plantacji nr 1 najwyższą wartość wskaźnika uszkodzeń mechanicznych bulw stwierdzono w 2011 roku, co także wiązało się z niekorzystnymi warunkami pogodowymi w końcowym okresie wegetacji oraz zbioru. W roku tym, dla bulw zbieranych rano, wartość wskaźnika osiągnęła poziom 8,88% (wyk. 47), a dla bulw zbieranych po południu – 2,90% (wyk. 63). W latach 2010 i 2012 w porównaniu do roku 2011 wartość wskaźnika uszkodzeń bulw ze zbioru porannego i popołudniowego była niższa i dla 2010 roku różnica wynosiła kolejno 1,24% i 0,80%, a dla 2012 – 0,47% i 0,21% (wyk. 47 i 63).

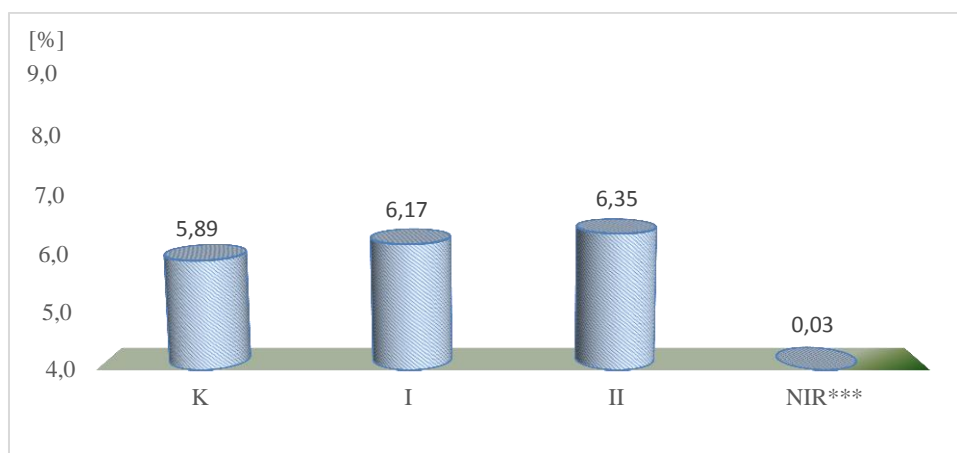
Wartość wskaźnika uszkodzeń zewnętrznych i wewnętrznych ze zbioru porannego w 2010 roku różniła się istotnie w porównaniu z pozostałymi latami badań. W 2010 roku dla uszkodzeń zewnętrznych rano wartość ta kształtowała się na poziomie 5,82% i była niższa o 0,85% w porównaniu do roku 2011, a w roku 2012 osiągnęła poziom 5,92% i była wyższa niż w roku 2010 o 0,10% (wyk. 39). Dla uszkodzeń wewnętrznych rano wartość wskaźnika uszkodzeń w roku 2010 osiągnęła poziom 1,82% i był to wynik istotnie niższy niż w kolejnych latach. W 2011 wartość wskaźnika uszkodzeń wewnętrznych była wyższa o 0,39%, a w 2012 o 0,36% w porównaniu do roku 2010 (wyk. 43).

Wartość wskaźnika uszkodzeń zewnętrznych i wewnętrznych ze zbioru popołudniowego w 2010 była także niższa od wskaźników z lat 2011 i 2012. Dla uszkodzeń zewnętrznych ze

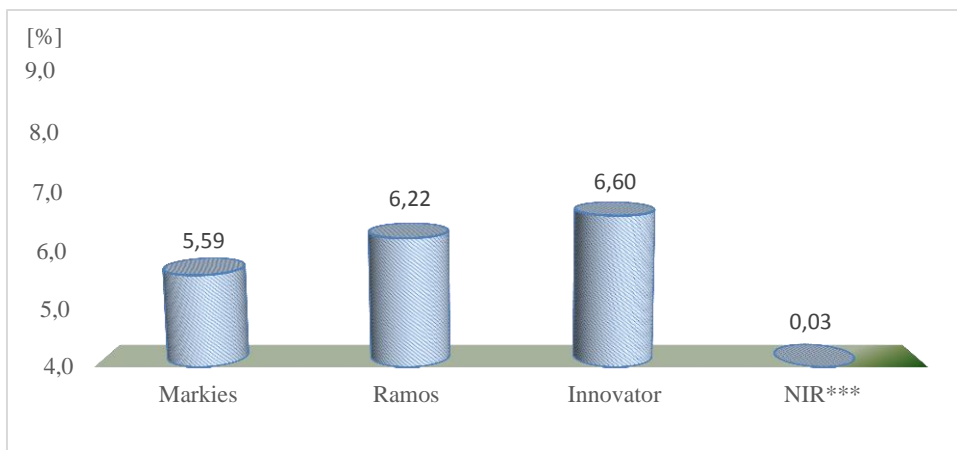
zbioru popołudniowego w 2010 roku wartość ta osiągnęła poziom 1,88% i był to wynik istotnie niższy niż w pozostałych latach badań. W porównaniu do roku 2011 niższy o 0,65%, a do 2012 – o 0,09% (wyk. 55). Wartość wskaźnika uszkodzeń wewnętrznych także była najniższa w 2010 roku i wynosiła 0,23%, w roku 2011 była wyższa o 0,14%, a w 2012 o 0,10% w stosunku do roku 2010 (wyk. 59). Stwierdzono, że rok 2010 charakteryzował się najkorzystniejszymi warunkami podczas zbioru ziemniaka (wyk. 39, 43, 47, 55, 59 i 63).



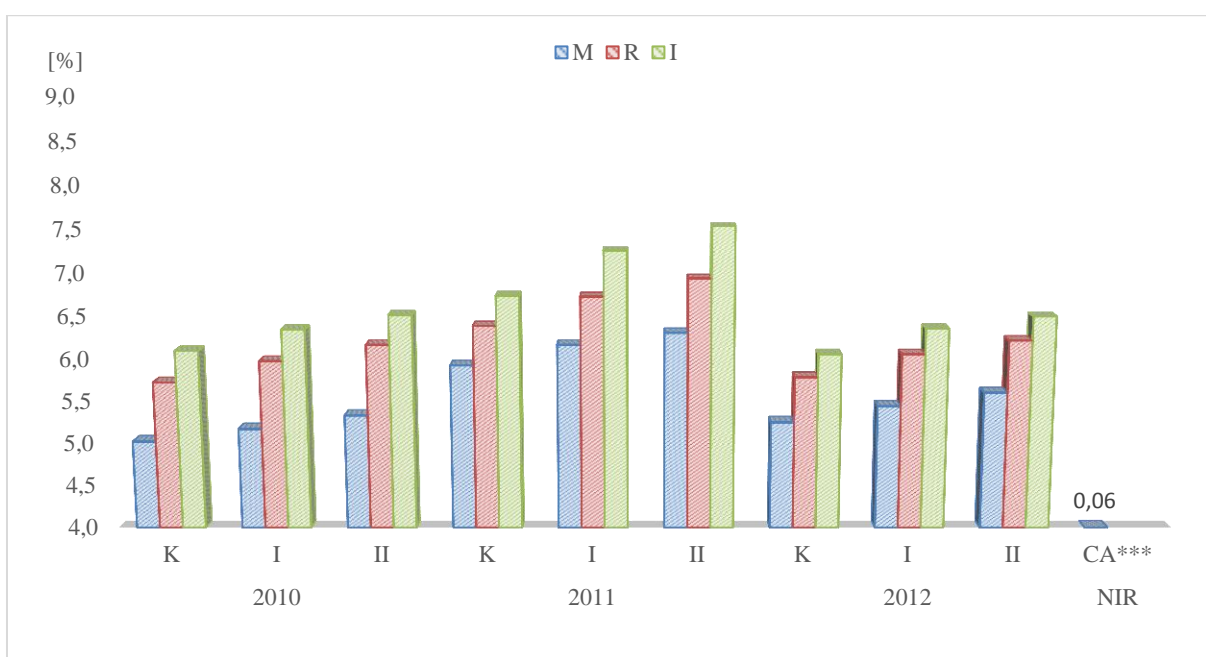
Wykres 39. Uszkodzenia zewnętrzne w latach badań – rano



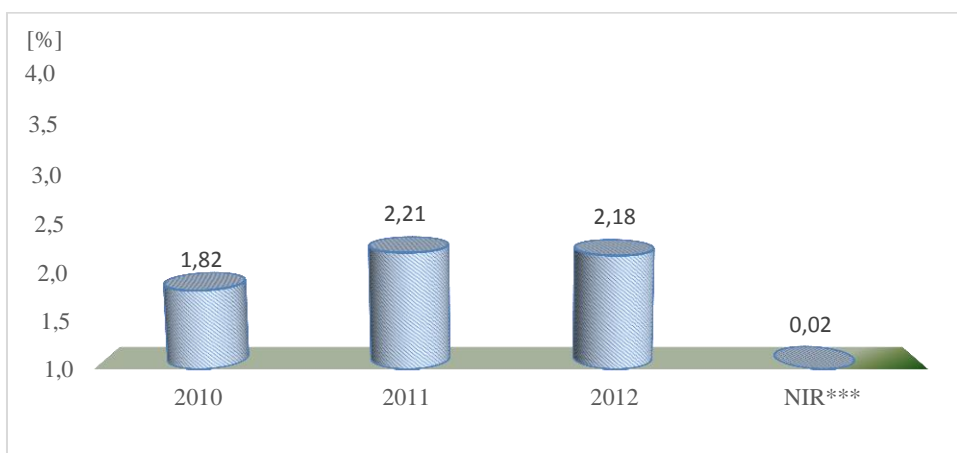
Wykres 40. Uszkodzenia zewnętrzne w zależności od długości przechowywania – rano



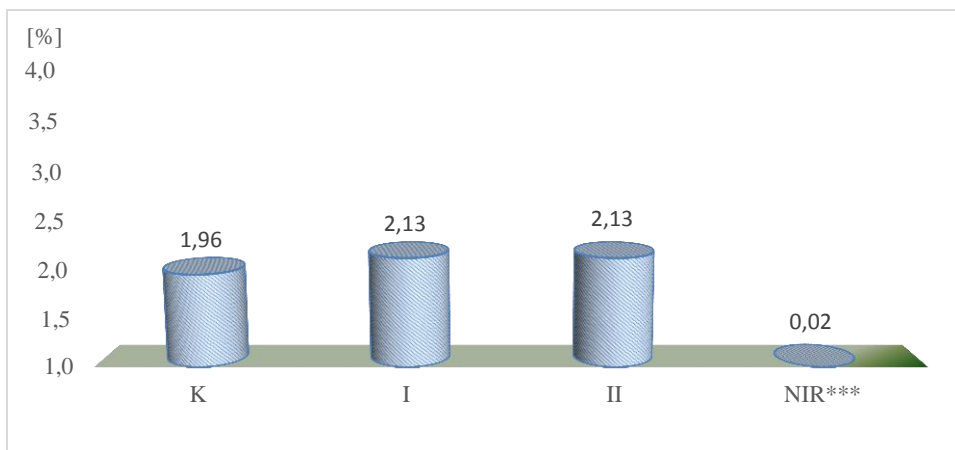
Wykres 41. Uszkodzenia zewnętrzne w zależności od odmiany – rano



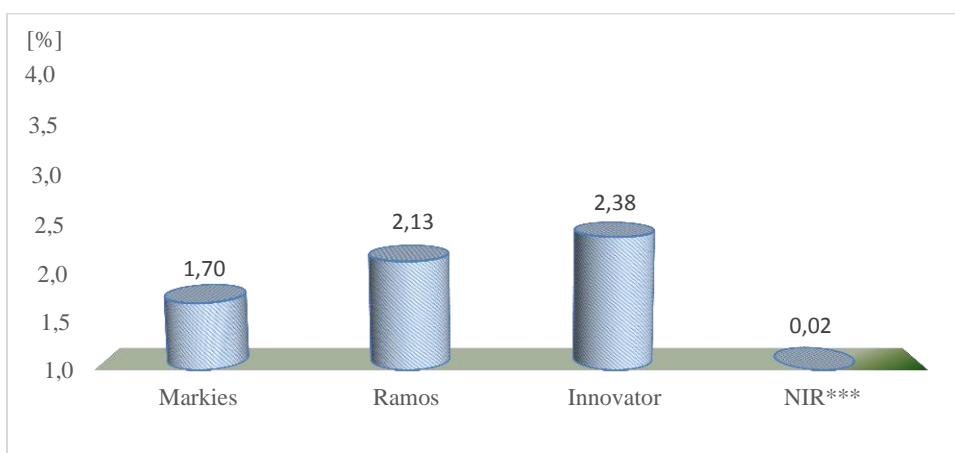
Wykres 42. Uszkodzenia zewnętrzne – rano (współdziałania czynników)



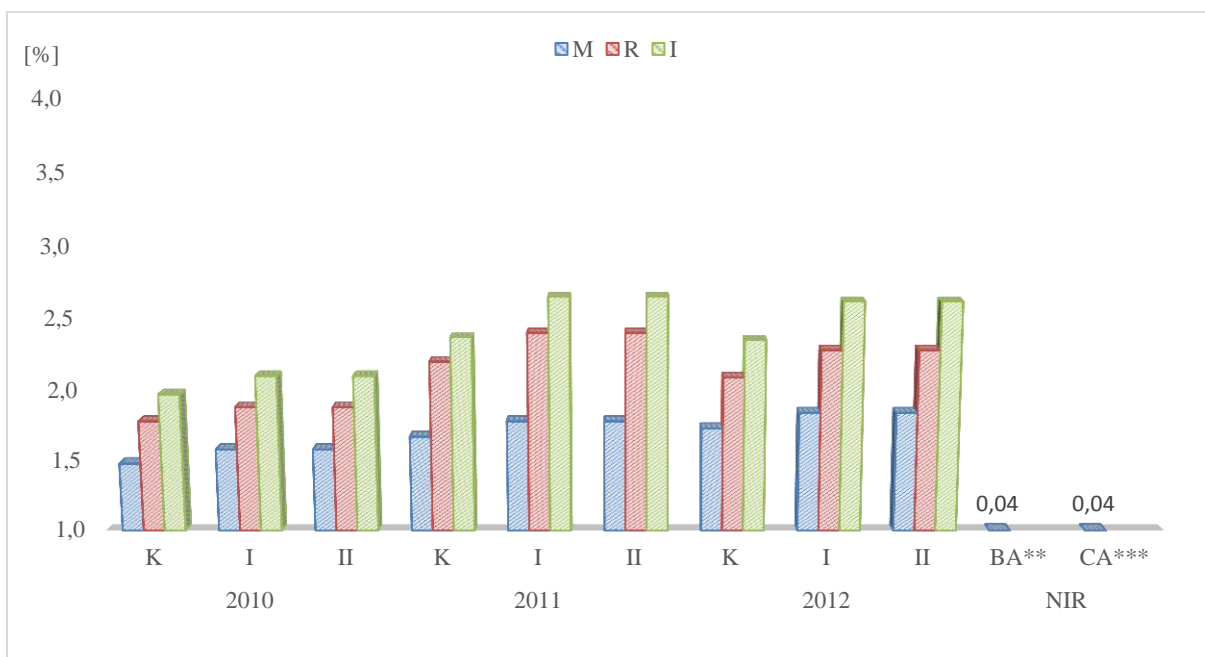
Wykres 43. Uszkodzenia wewnętrzne w latach badań – rano



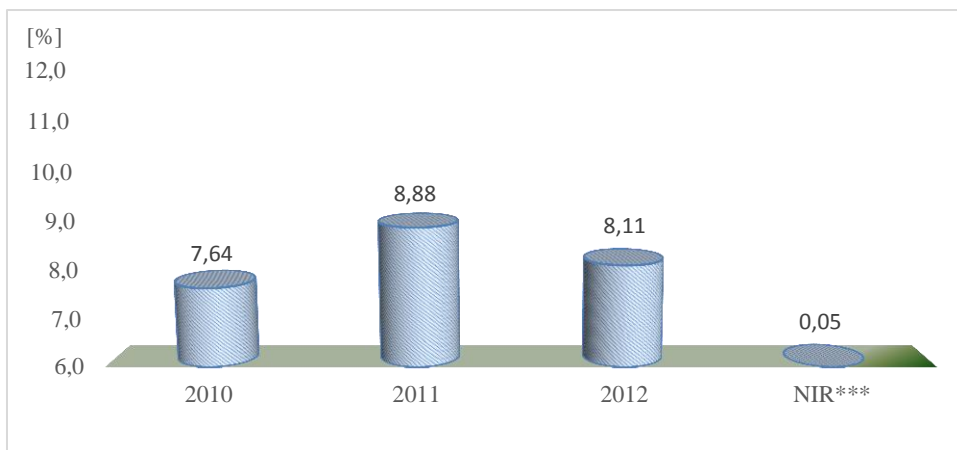
Wykres 44. Uszkodzenia wewnętrzne w zależności od długości przechowywania – rano



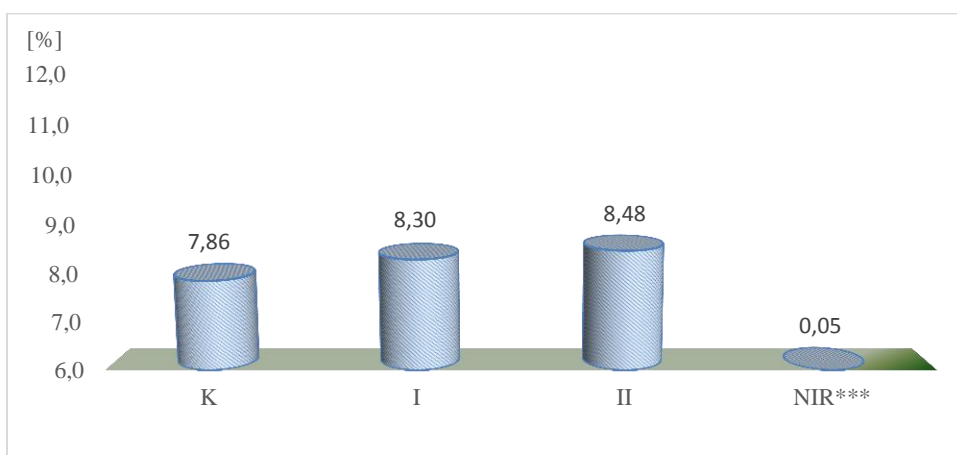
Wykres 45. Uszkodzenia wewnętrzne w zależności od odmiany – rano



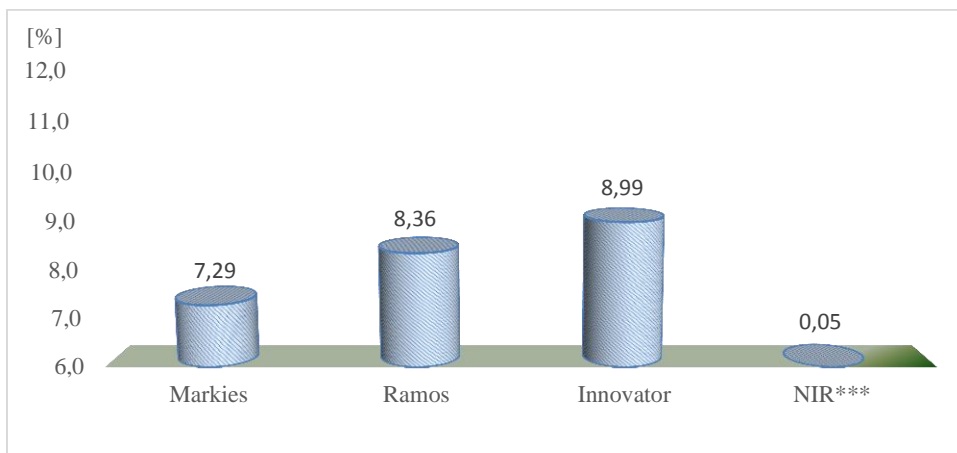
Wykres 46. Uszkodzenia wewnętrzne – rano (współdziałanie czynników)



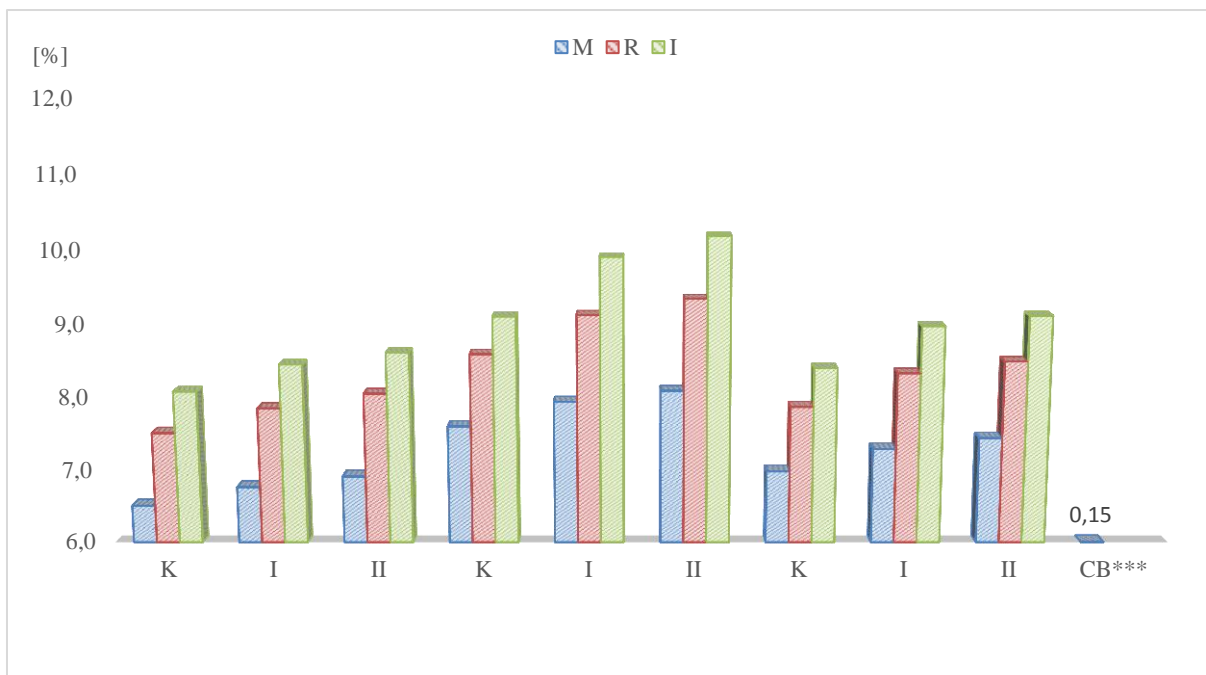
Wykres 47. Suma uszkodzeń w latach badań – rano



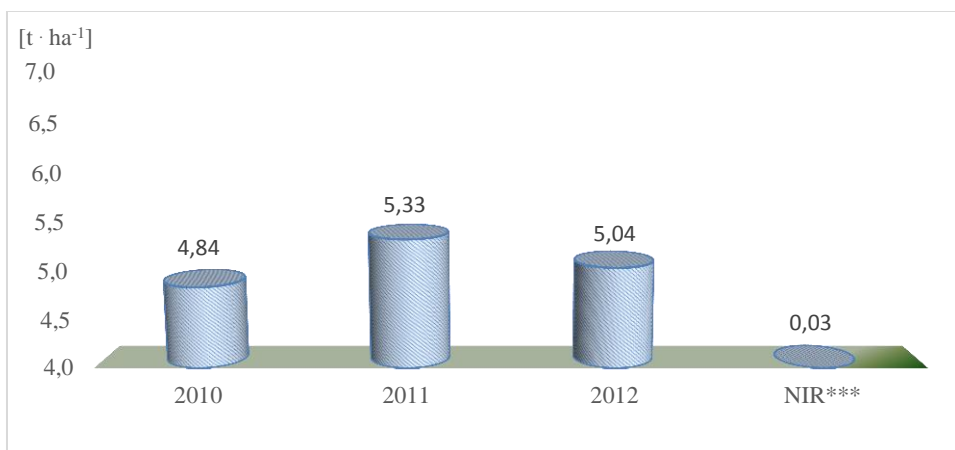
Wykres 48. Suma uszkodzeń w zależności od długości przechowywania – rano



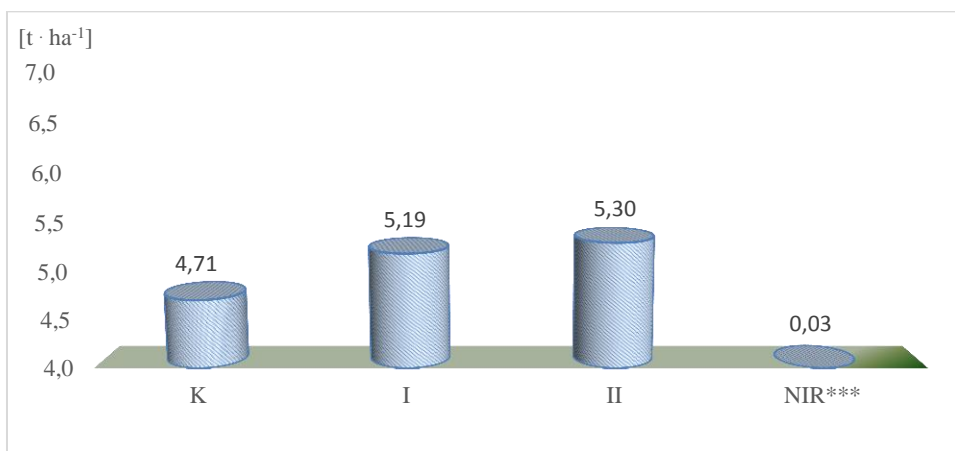
Wykres 49. Suma uszkodzeń w zależności od odmiany – rano



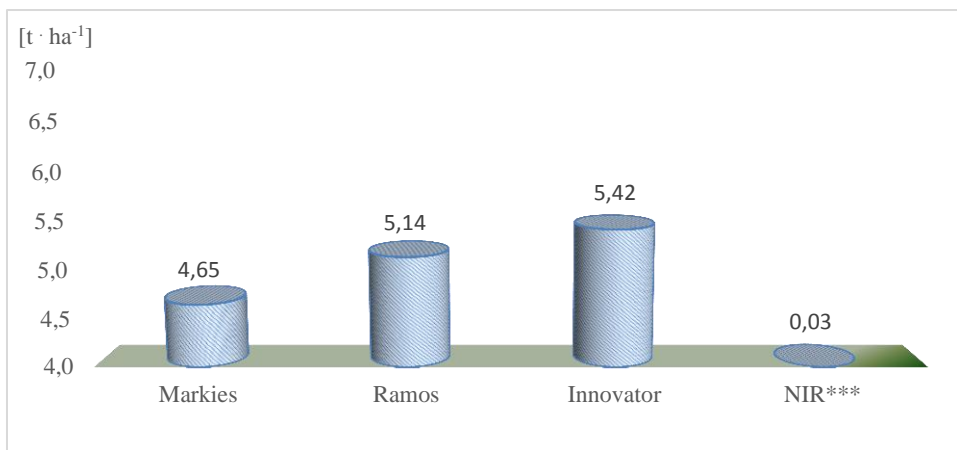
Wykres 50. Suma uszkodzeń – rano (współdziałanie czynników)



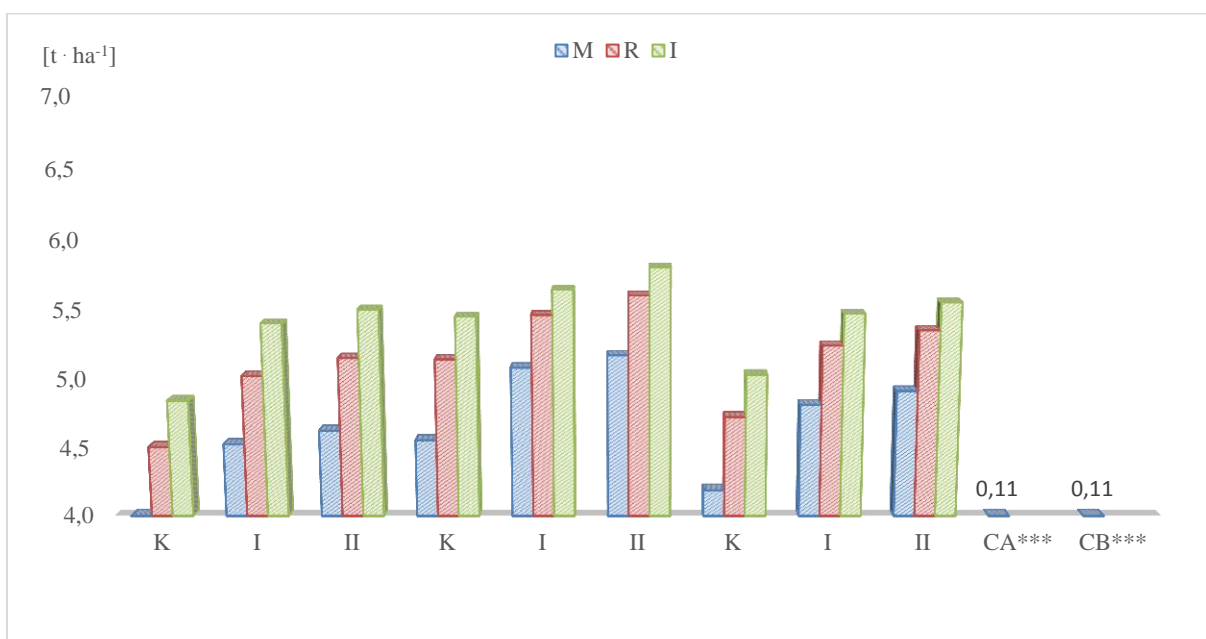
Wykres 51. Straty w plonie handlowym w latach badań – rano



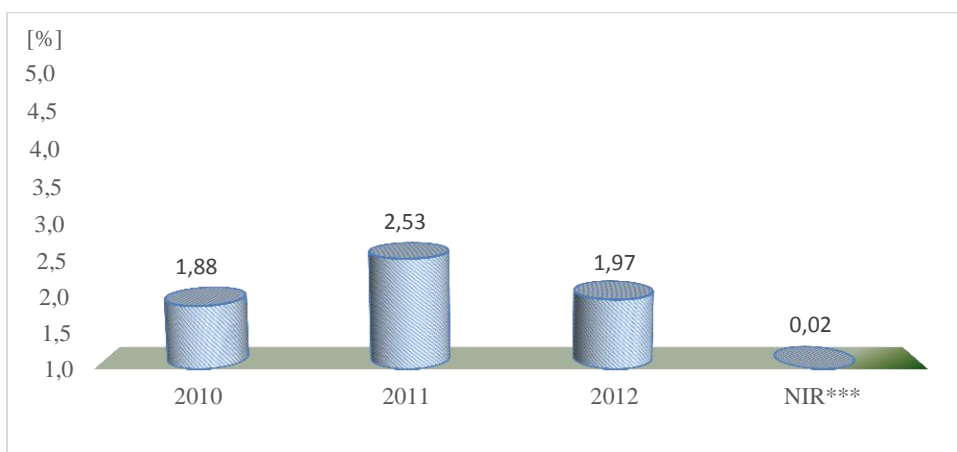
Wykres 52. Straty w plonie handlowym w zależności od długości przechowywania – rano



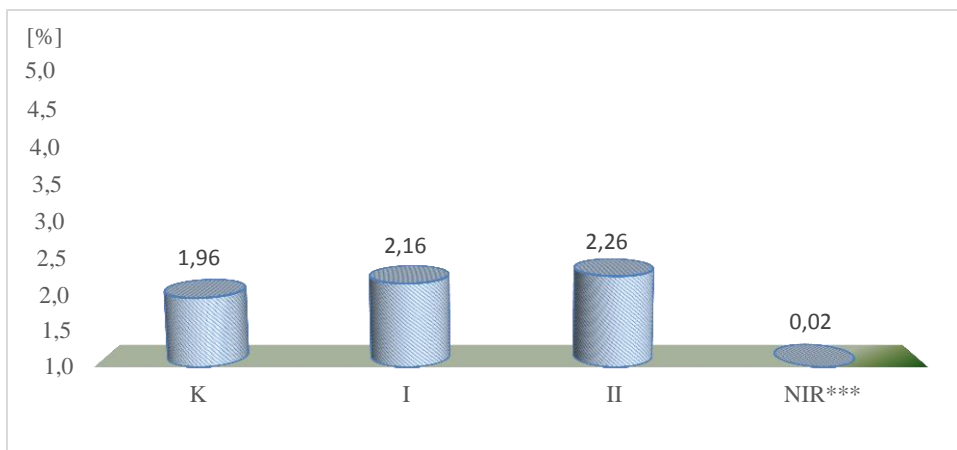
Wykres 53. Straty w plonie handlowym w zależności od odmiany – rano



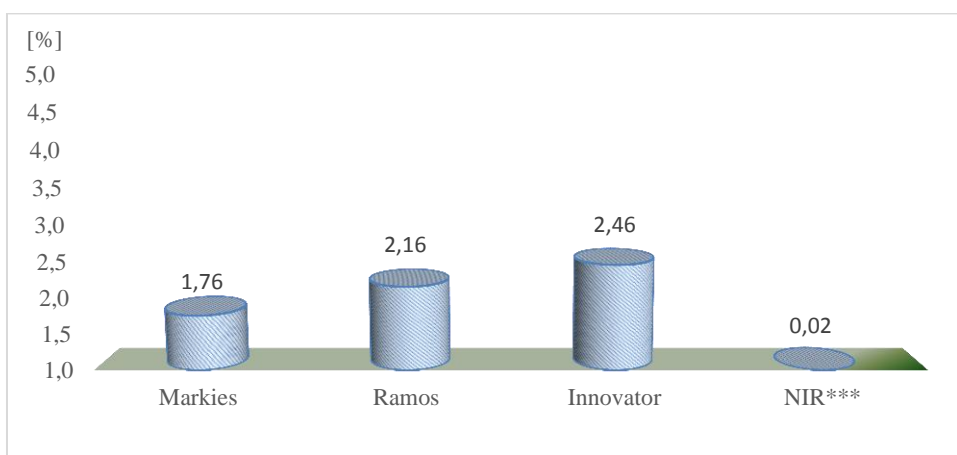
Wykres 54. Straty w plonie handlowym – rano (współdziałanie czynników)



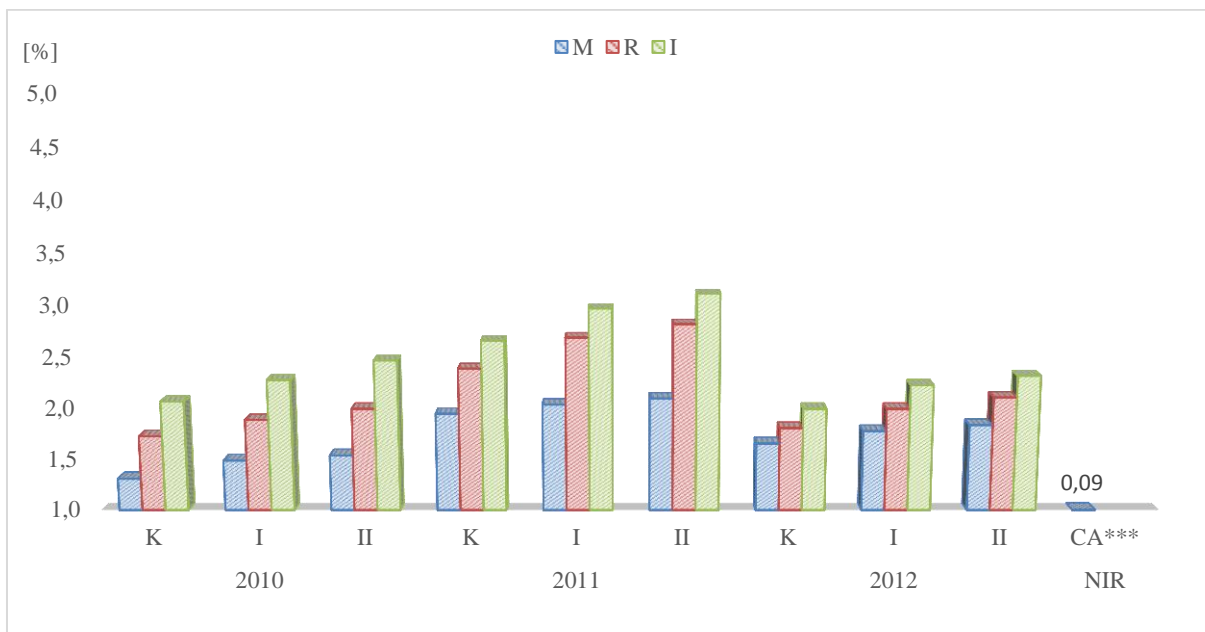
Wykres 55. Uszkodzenia zewnętrzne w latach badań – po południu



Wykres 56. Uszkodzenia zewnętrzne w zależności od długości przechowywania – po południu

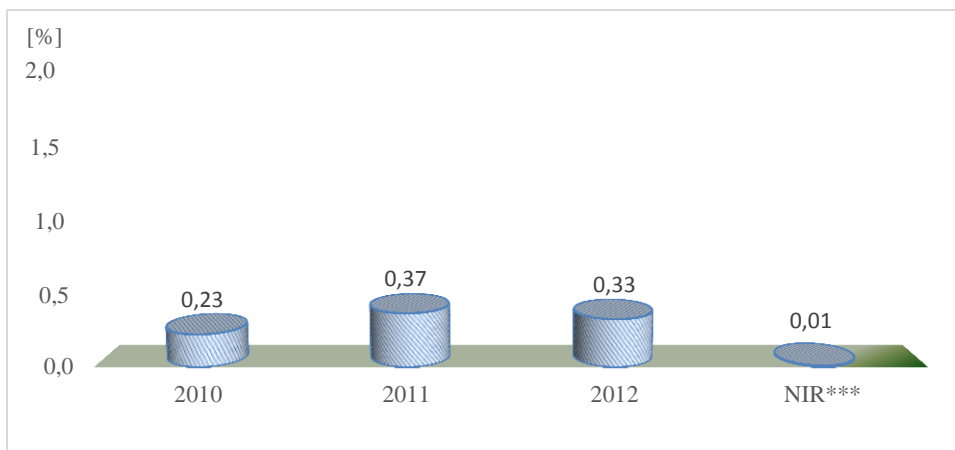


Wykres 57. Uszkodzenia zewnętrzne w zależności od odmiany – po południu

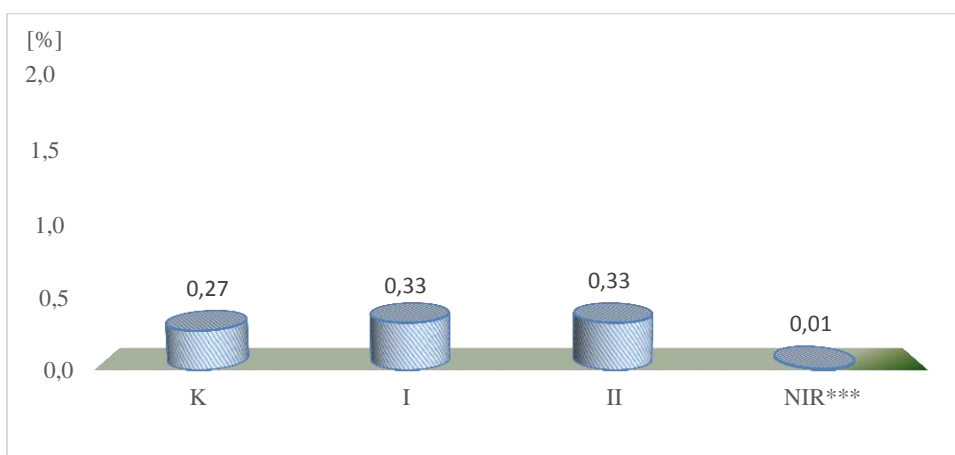


Wykres 58. Uszkodzenia zewnętrzne – po południu (współdziałanie czynników)

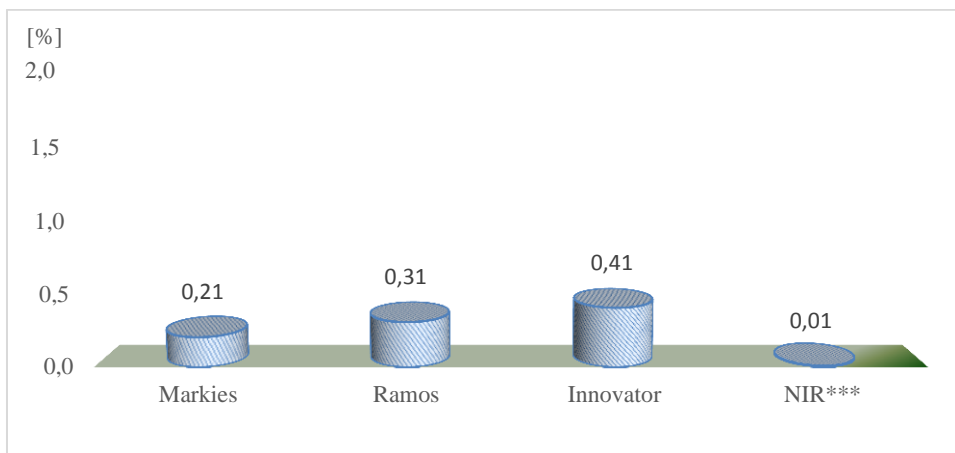




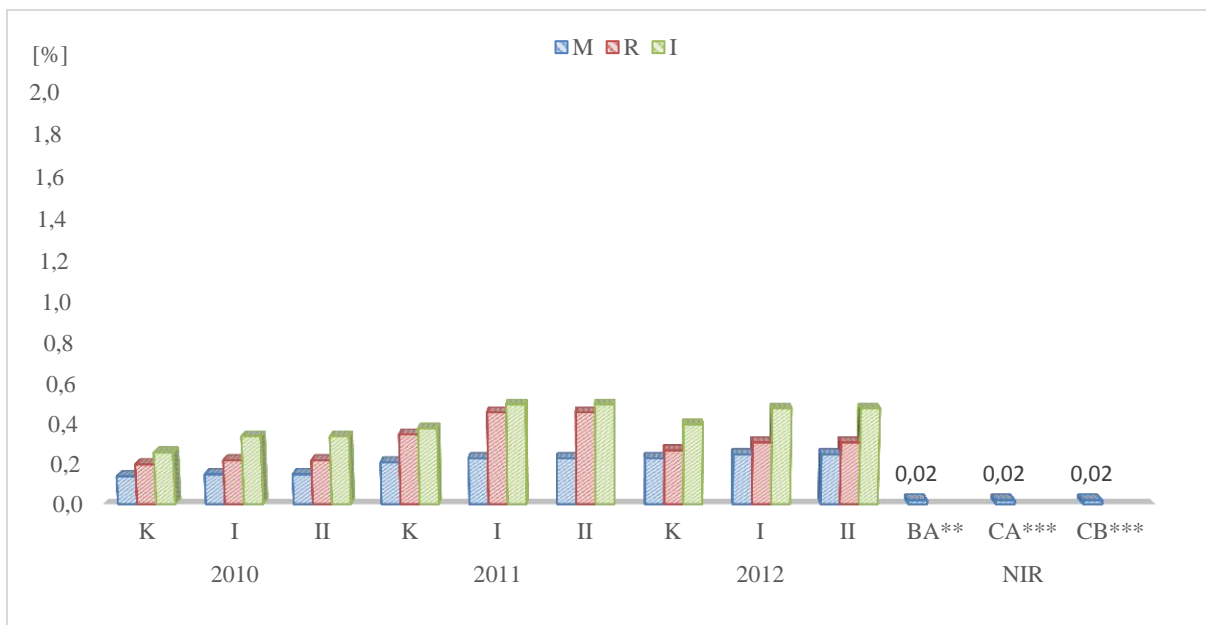
Wykres 59. Uszkodzenia wewnętrzne w latach badań – po południu



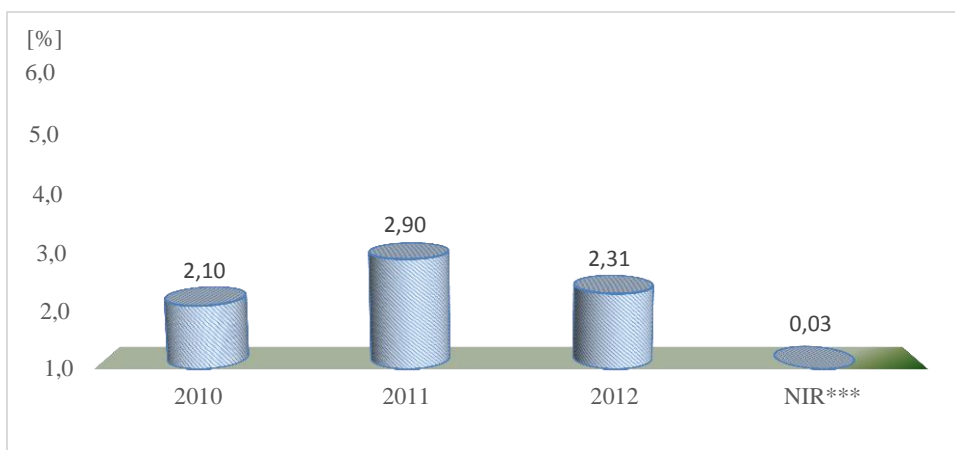
Wykres 60. Uszkodzenia wewnętrzne w zależności od długości przechowywania – po południu



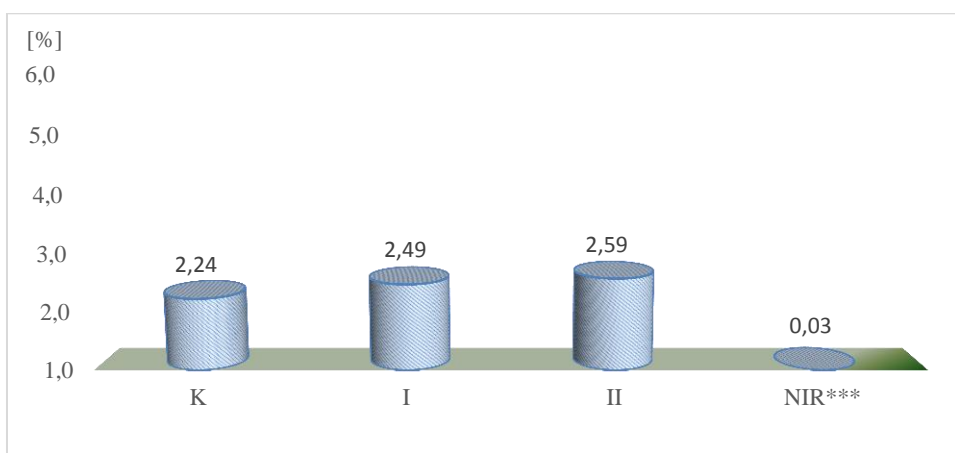
Wykres 61. Uszkodzenia wewnętrzne w zależności od odmiany – po południu



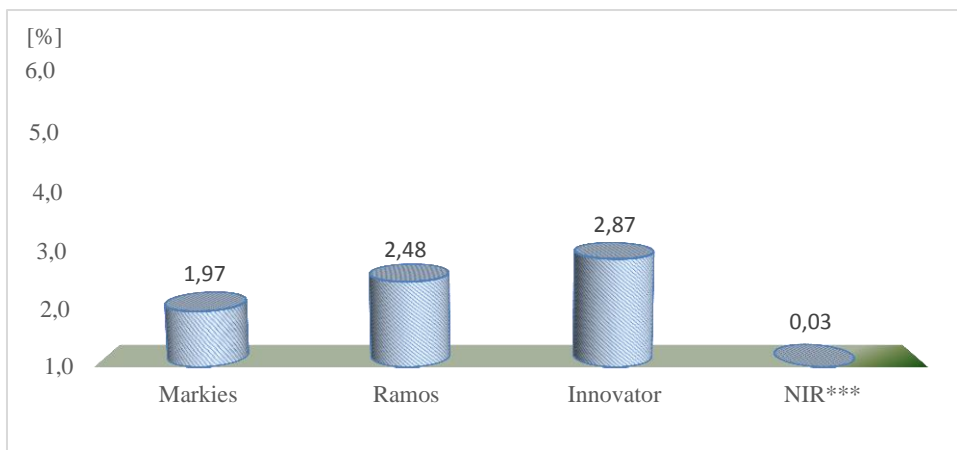
Wykres 62. Uszkodzenia wewnętrzne – po południu (współdziałanie czynników)



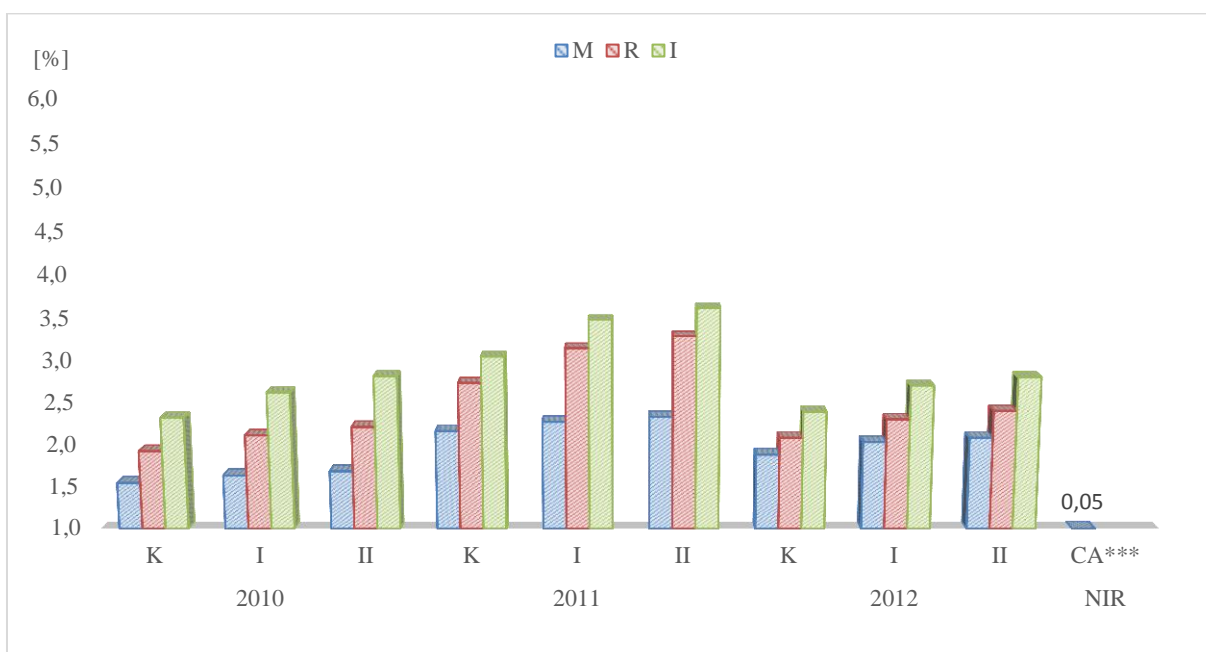
Wykres 63. Suma uszkodzeń w latach badań – po południu



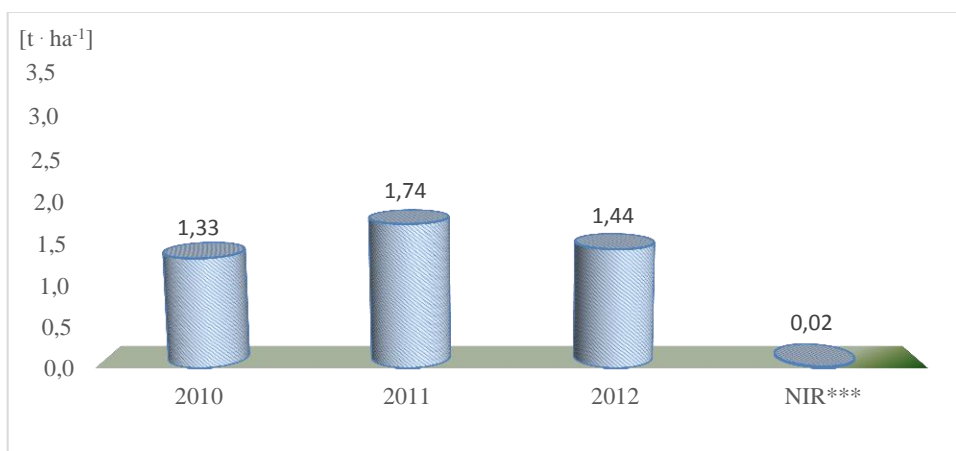
Wykres 64. Suma uszkodzeń w zależności od długości przechowywania – po południu



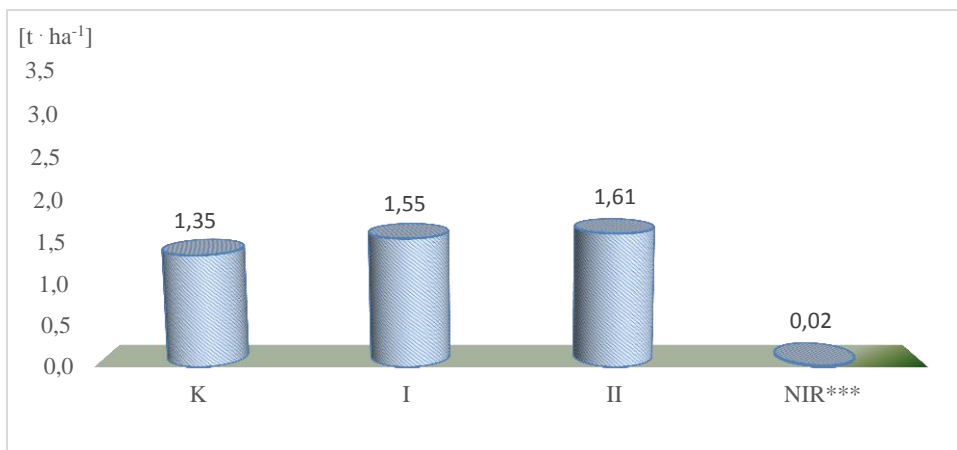
Wykres 65. Suma uszkodzeń w zależności od odmiany – po południu



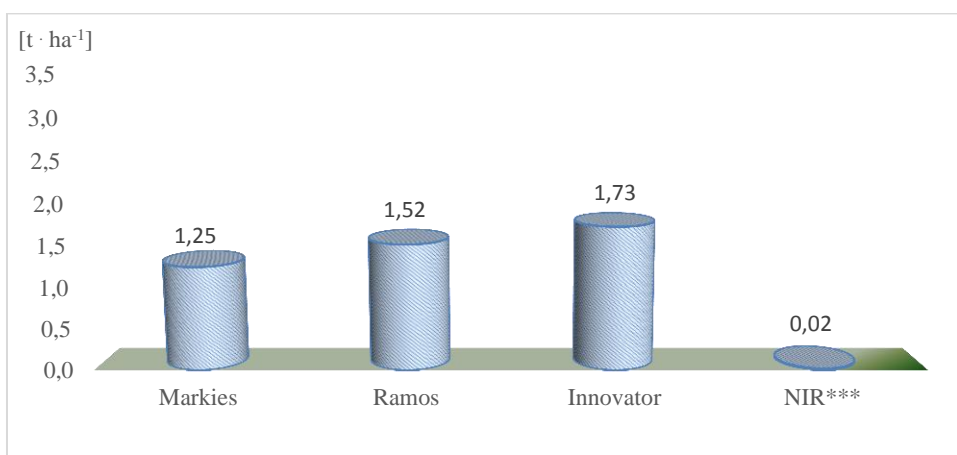
Wykres 66. Suma uszkodzeń – po południu (współdziałanie czynników)



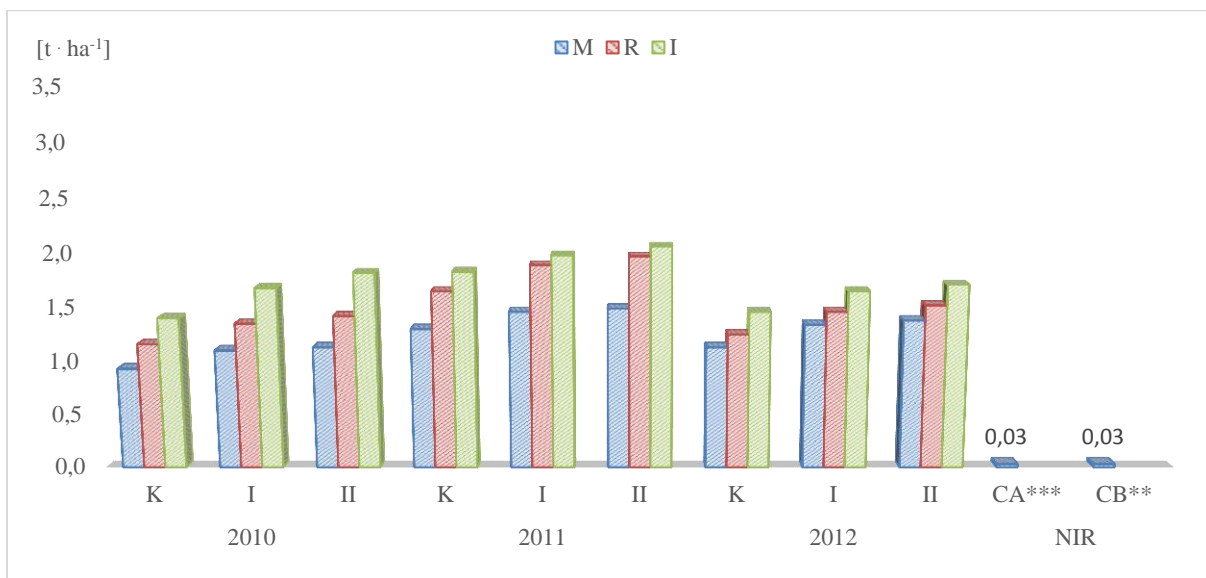
Wykres 67. Straty w plonie handlowym w latach badań – po południu



Wykres 68. Straty w plonie handlowym w zależności od długości przechowywania – po południu



Wykres 69. Straty w plonie handlowym w zależności od odmiany – po południu



Wykres 70. Straty w plonie handlowym – po południu (współdziałanie czynników)

Po dwóch miesiącach przechowywania zaobserwowano wzrost wartości wskaźnika uszkodzeń zewnętrznych bulw ze zbioru porannego o 0,28% w stosunku do zbioru bezpośredniego – 5,89% (wyk. 40). Po kolejnych dwóch miesiącach wzrost był już mniejszy i wyniósł 0,18% (wyk. 40). Dla zbioru popołudniowego odnotowano tę samą zależność, co dla zbioru porannego i dla zbioru bezpośredniego wartość wskaźnika uszkodzeń wynosiła 1,96%, po dwóch miesiącach przechowywania była wyższa o 0,20% a po czterech miesiącach – o 0,40% (wyk. 56)

Wartość wskaźnika uszkodzeń wewnętrznych wzrosła jedynie po dwóch miesiącach przechowywania i w stosunku do zbioru bezpośredniego (1,96%) zwiększyła się o 0,17% dla bulw zbieranych rano (wyk. 44), a dla zbioru popołudniowego w porównaniu ze zbiorem bezpośrednim (0,27%) – o 0,06% (wyk. 60). Dalsze składowanie nie miało wpływu na zwiększenie wartości wskaźnika uszkodzeń (wyk. 44 i 60).

Odmiany różniły się między sobą istotnie genetycznie uwarunkowaną podatnością na uszkodzenia mechaniczne. Podobnie jak na plantacji numer 1 najbardziej odporną na uszkodzenia mechaniczne okazała się odmiana Markies, a najmniej odporną – odmiana Innovator (wyk. 49 i 65). Różnice w porównaniu do odmiany Markies wynosiły: dla wartości wskaźnika uszkodzeń zewnętrznych rano – 0,63% (Ramos) i 1,01% (Innovator) (wyk. 41), a po południu – 0,40% i 0,70% (wyk. 57); dla wartości wskaźnika uszkodzeń wewnętrznych rano – 0,43% i 0,68% (wyk. 45), a po południu – 0,10% i 0,20% (wyk. 61).

Straty w plonie handlowym odnotowane podczas zbioru porannego w roku 2010 wynikające z uszkodzeń zewnętrznych i wewnętrznych (suma) kształtowały się na poziomie  $4,84 \text{ t} \cdot \text{ha}^{-1}$ , w 2011 –  $5,33 \text{ t} \cdot \text{ha}^{-1}$ , a w 2012 –  $5,04 \text{ t} \cdot \text{ha}^{-1}$  (wyk. 51). W zależności od długości przechowywania straty ze zbioru bezpośredniego przeprowadzonego w godzinach porannych osiągnęły poziom  $4,71 \text{ t} \cdot \text{ha}^{-1}$ , po dwóch miesiącach przechowywania były o 480  $\text{kg} \cdot \text{ha}^{-1}$  wyższe, a po czterech miesiącach, w porównaniu do zbioru bezpośredniego, wyższe o 590  $\text{kg} \cdot \text{ha}^{-1}$  (wyk. 52). Porównując między sobą badane odmiany stwierdzono, że najniższym poziomem strat podczas zbioru porannego odznaczała się odmiana Markies –  $4,65 \text{ t} \cdot \text{ha}^{-1}$ , a najwyższym odmiana Innovator –  $5,42 \text{ t} \cdot \text{ha}^{-1}$ . U odmiany Ramos straty wynosiły  $5,14 \text{ t} \cdot \text{ha}^{-1}$  (wyk. 53).

Straty podczas zbioru popołudniowego wynosiły w roku 2010 –  $1,33 \text{ t} \cdot \text{ha}^{-1}$ , w 2011 były wyższe o 410  $\text{kg} \cdot \text{ha}^{-1}$ , a w 2012 roku były wyższe o 110  $\text{kg} \cdot \text{ha}^{-1}$  w stosunku do roku 2010 (wyk. 67). W zależności od długości przechowywania straty wynikające ze zbioru

bezpośredniego w godzinach porannych kształtowały się na poziomie  $1,35 \text{ t} \cdot \text{ha}^{-1}$ , po dwóch miesiącach składowania wzrastały do  $1,55 \text{ t} \cdot \text{ha}^{-1}$ , a po czterech miesiącach –  $1,61 \text{ t} \cdot \text{ha}^{-1}$  (wyk. 68). Na poziom strat w plonie handlowym miała także wpływ uprawiana odmiana. Podobnie jak przy zbiorze porannym najbardziej odporną na uszkodzenia mechaniczne okazała się odmiana Markies i w jej przypadku straty wynosiły  $1,25 \text{ t} \cdot \text{ha}^{-1}$ , u odmiany Ramos straty były wyższe o  $270 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1}$ , a u odmiany Innovator w porównaniu z odmianą Markies wyższe o  $480 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1}$  (wyk. 69).

Stwierdzono następujące interakcje:

- odmian z latami badań dla wartości wskaźnika uszkodzeń zewnętrznych ze zbioru porannego. Odmiany Markies i Ramos niezależnie od roku badań wykazywały istotne różnice w wartości wskaźnika uszkodzeń zewnętrznych. U odmiany Innovator natomiast nie stwierdzono takiej różnicy (wyk. 42);
- długości okresu przechowywania z latami badań dla wartości wskaźnika uszkodzeń wewnętrznych ze zbioru porannego. Wszystkie badane odmiany nie różniły się między sobą istotnie w latach 2011 i 2012 (wyk. 46);
- odmian z latami badań dla wartości wskaźnika uszkodzeń wewnętrznych ze zbioru porannego. Odmiana Innovator nie wykazała istotnych różnic w latach 2011 i 2012 (wyk. 46);
- odmian z długością okresu przechowywania dla wartości wskaźnika sumy uszkodzeń ze zbioru porannego. Odmiana Markies nie różniła się statystycznie w latach 2011 i 2012 (wyk. 50);
- odmian z latami badań w stratach plonu handlowego ze zbioru porannego. Odmiana Innovator nie wykazała istotnych różnic w latach 2010 i 2012 (wyk. 54);
- odmian z długością okresu przechowywania w stratach plonu handlowego ze zbioru porannego. U odmiany Markies nie stwierdzono statystycznych różnic w latach 2011 i 2012 (wyk. 54);
- odmian z latami badań dla wartości wskaźnika uszkodzeń zewnętrznych ze zbioru popołudniowego. U odmiany Innovator nie stwierdzono istotnych różnic w latach 2010 i 2012 (wyk. 58);
- długości okresu przechowywania z latami badań dla wartości wskaźnika uszkodzeń wewnętrznych ze zbioru popołudniowego. Odmiana Markies nie różniła się istotnie w latach 2011 i 2012 (wyk. 62);

- odmian z latami badań dla wartości wskaźnika uszkodzeń wewnętrznych ze zbioru popołudniowego. U odmian Markies i Innovator nie wystąpiły statystyczne różnice w latach 2011 i 2012 (wyk. 62);
- odmian z długością okresu przechowywania dla wartości wskaźnika uszkodzeń wewnętrznych ze zbioru popołudniowego. U odmiany Markies nie odnotowano istotnych różnic w latach 2010 i 2011 (wyk. 62);
- odmian z latami badań dla wartości wskaźnika sumy uszkodzeń ze zbioru popołudniowego. Odmiana Innovator nie wykazała istotnych różnic w latach 2010 i 2012 (wyk. 66);
- odmian z latami badań w stratach plonu handlowego ze zbioru popołudniowego. U odmiany Innovator nie stwierdzono statystycznych różnic w latach 2010 i 2012 (wyk. 70);
- odmian z długością okresu przechowywania dla strat plonu handlowego ze zbioru popołudniowego. Odmiana Markies nie wykazała istotnego zróżnicowania w latach 2011 i 2012 (wyk. 70).

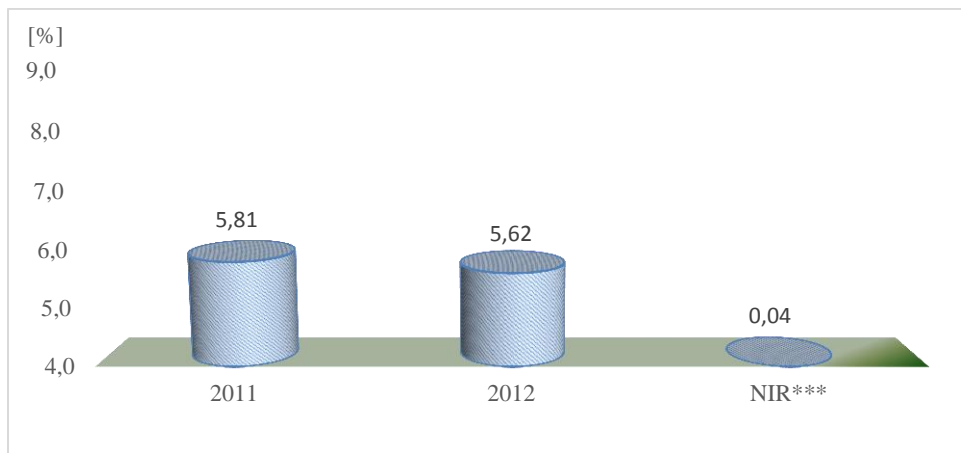
### 6.1.3 Warunki gleby ciężkiej – klasa II (P3)

Udowodniono istotny wpływ przebiegu pogody w latach badań (wyk. 3 i 4) na wysokość wskaźnika uszkodzeń zewnętrznych i wewnętrznych oraz na sumę wskaźników uszkodzeń bulw niezależnie od badanej odmiany (wyk. 71 – 82 oraz 87 – 98).

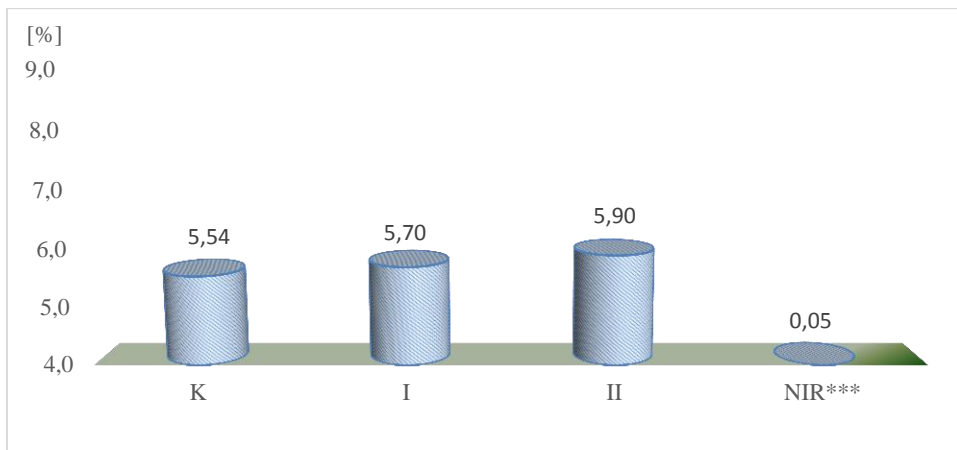
Badania przeprowadzone na plantacji numer 3 dowiodły, że rok 2011, podobnie jak na poprzednich plantacjach, charakteryzował się najmniej korzystnymi warunkami dla produkcji ziemniaka. W roku tym odnotowano wyższą sumę opadów w pierwszych dniach października (21,2 mm) w porównaniu do roku 2012 (7 mm), co miało istotny wpływ na pogorszenie warunków glebowych. Wartość wskaźnika sumy uszkodzeń mechanicznych bulw ze zbioru porannego w 2011 roku wynosiła 8,53% i była wyższa o 0,39% w porównaniu do roku 2012 (wyk. 79). Dla zbioru popołudniowego wartość wskaźnika sumy uszkodzeń wynosiła 3,03% w roku 2011, a w roku 2012 – 2,67% (wyk. 95). W roku 2012 wartość wskaźnika uszkodzeń zewnętrznych rano wynosiła 5,62% i była niższa o 0,19% w stosunku do roku 2011 (wyk. 71). Po południu wartość wskaźnika uszkodzeń zewnętrznych osiągnęła poziom 2,44% i była niższa o 0,32% w porównaniu do roku 2011 (wyk. 87). Wartość wskaźnika uszkodzeń

wewnętrznych rano w 2011 roku była na poziomie 2,71%, a w 2012 roku była niższa o 0,09% (wyk. 75). Dla zbioru popołudniowego w roku 2011 wartość ta osiągnęła poziom 0,26%, a w 2012 roku 0,22% (wyk. 91).

Stwierdzono, że rok 2012 charakteryzował się korzystniejszymi warunkami podczas zbioru ziemniaka niż rok 2011 (wyk. 71, 75, 79, 87, 91 i 95).

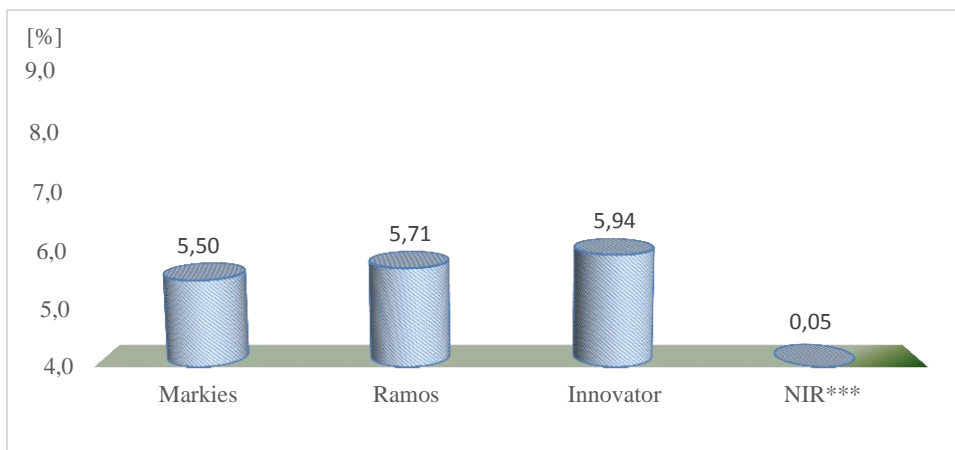


Wykres 71. Uszkodzenia zewnętrzne w latach badań – rano



Wykres 72. Uszkodzenia zewnętrzne w zależności od długości przechowywania – rano

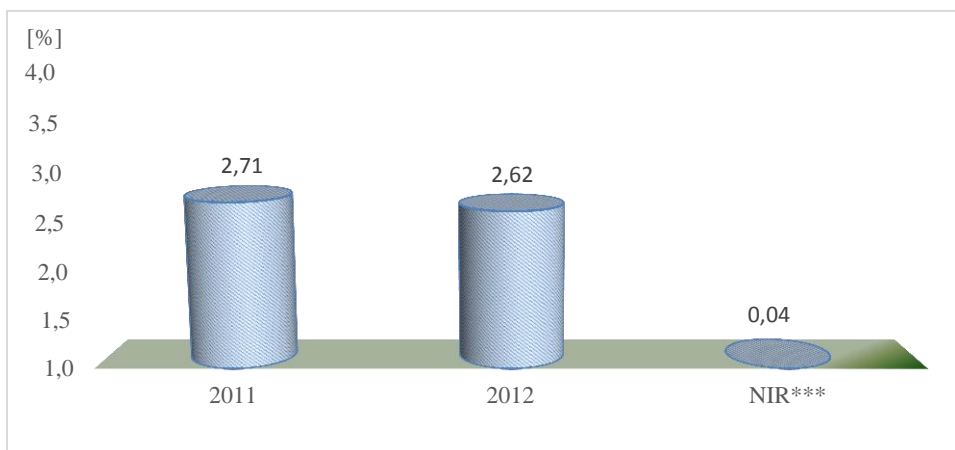




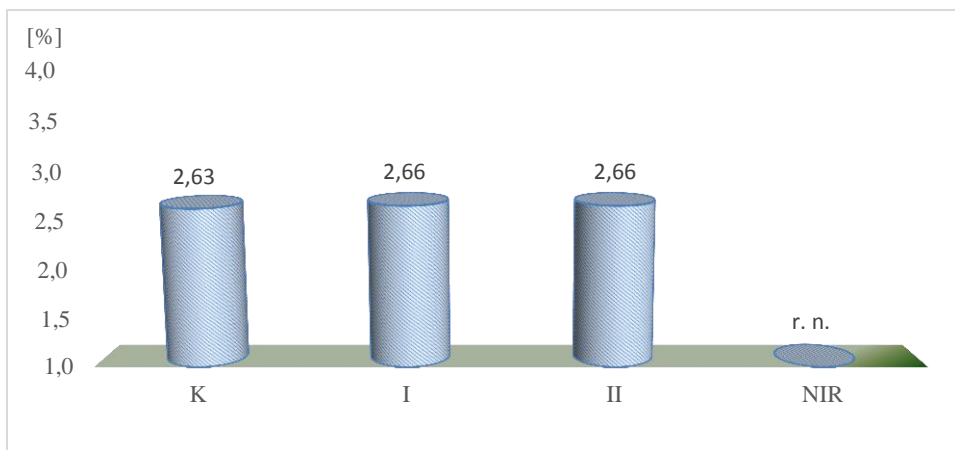
Wykres 73. Uszkodzenia zewnętrzne w zależności od odmiany – rano



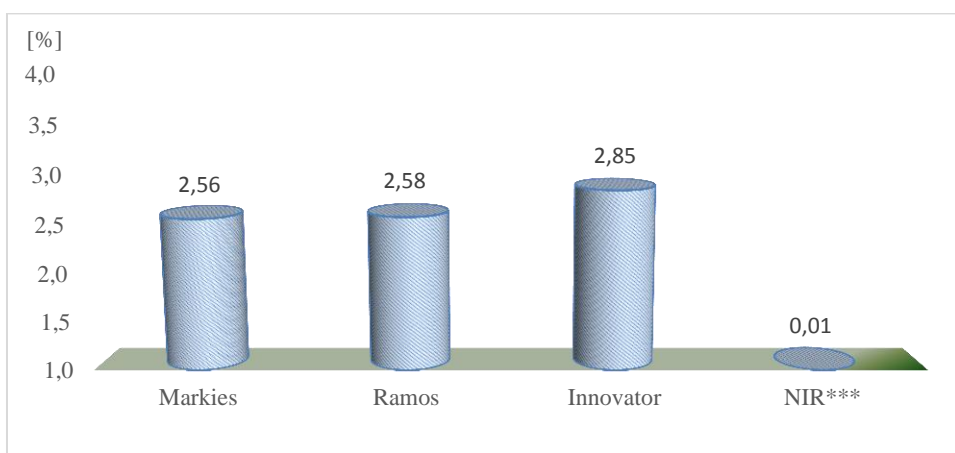
Wykres 74. Uszkodzenia zewnętrzne – rano (współdziałania czynników)



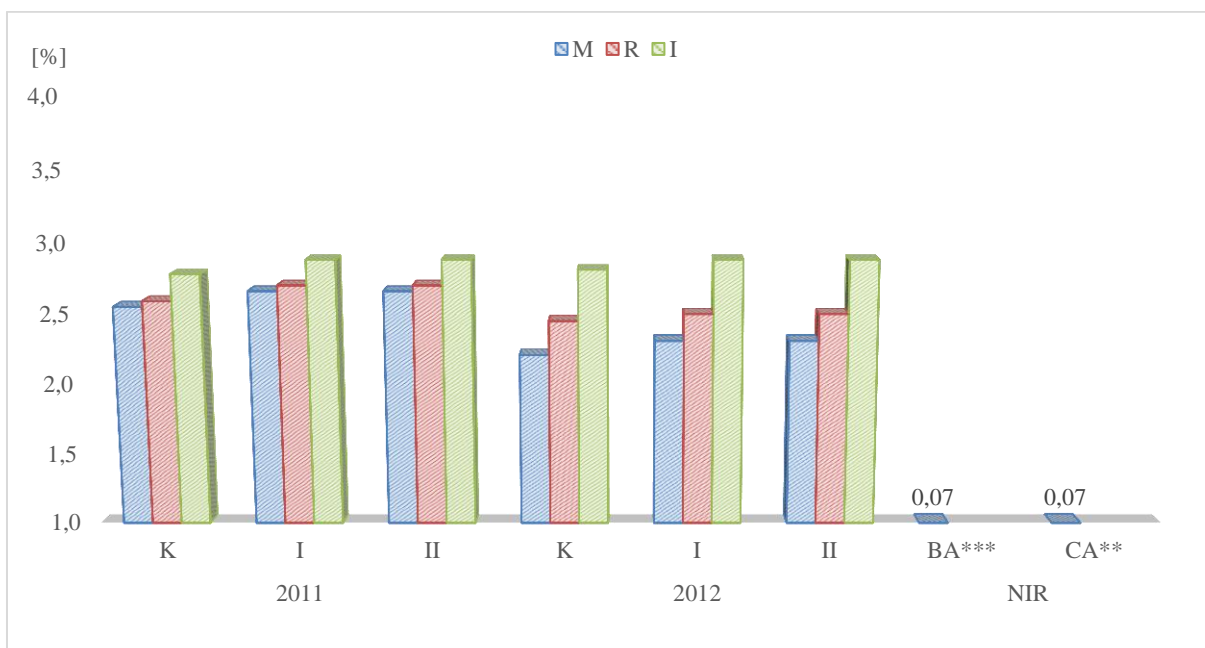
Wykres 75. Uszkodzenia wewnętrzne w latach badań – rano



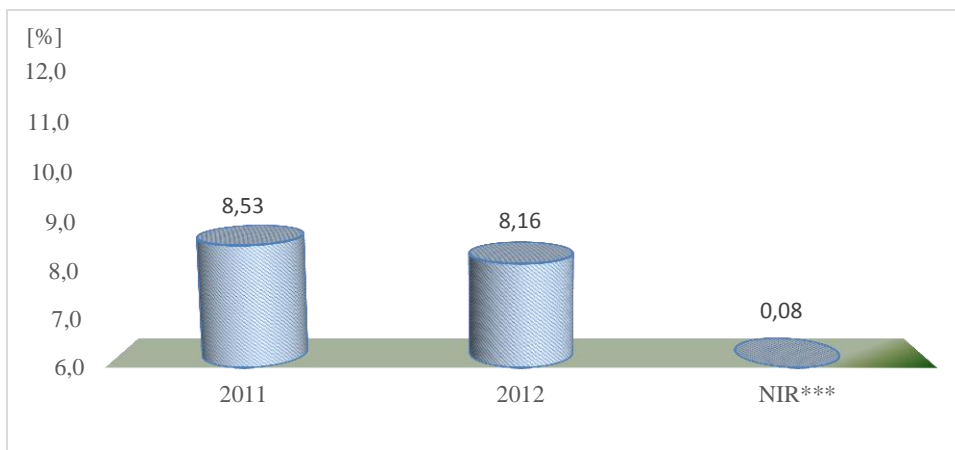
Wykres 76. Uszkodzenia wewnętrzne w zależności od długości przechowywania – rano



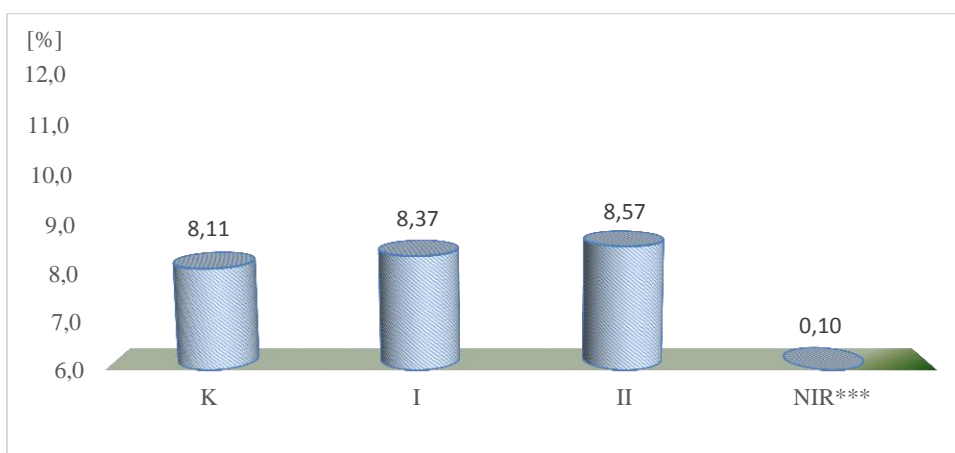
Wykres 77. Uszkodzenia wewnętrzne w zależności od odmiany – rano



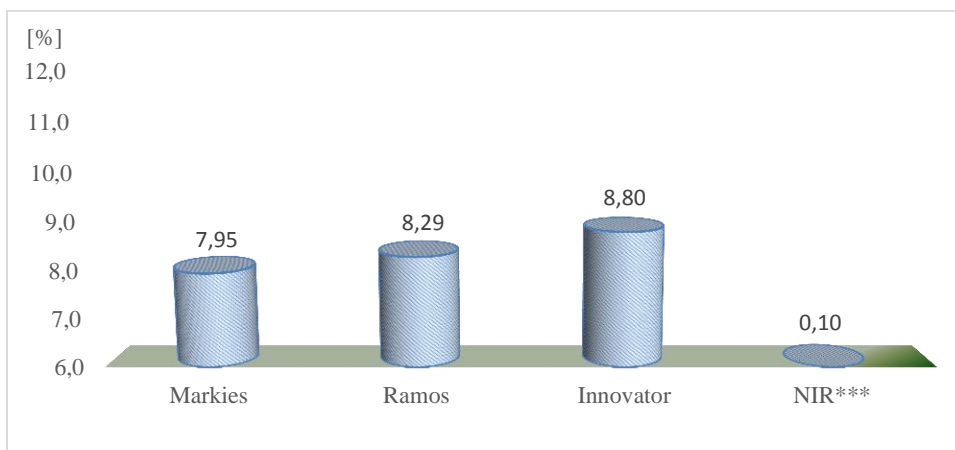
Wykres 78. Uszkodzenia wewnętrzne – rano (współdziałanie czynników)



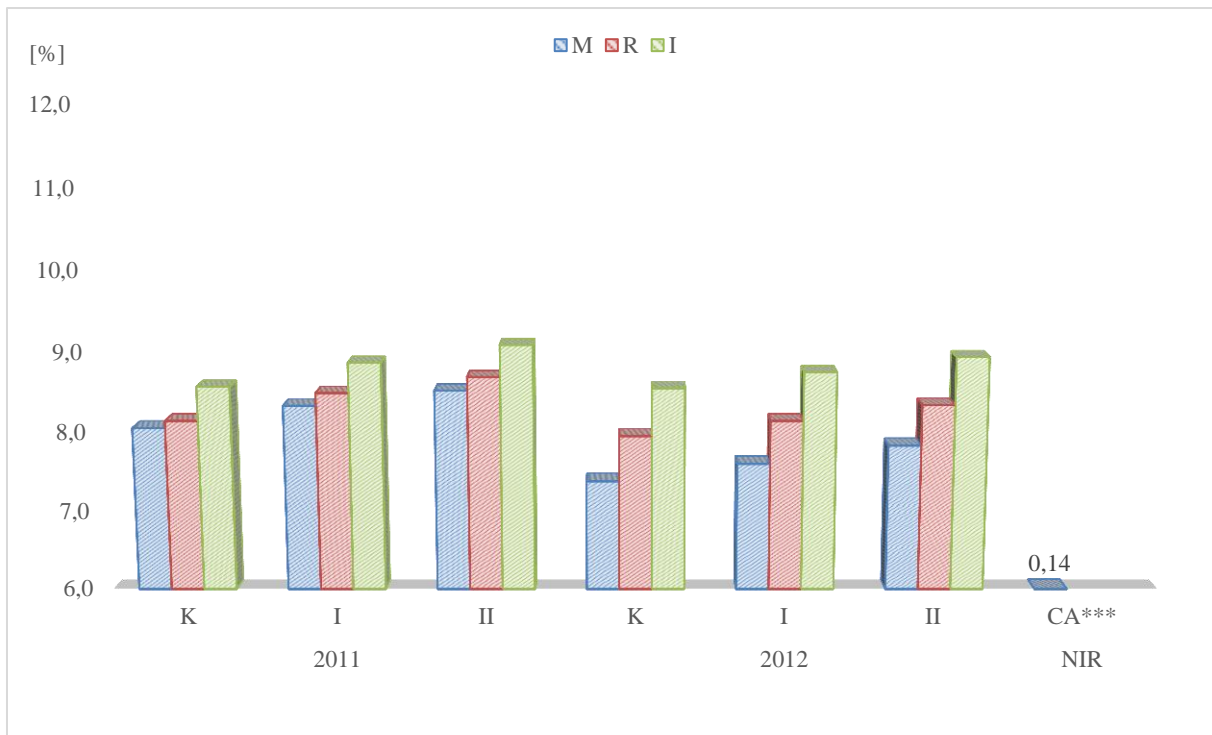
Wykres 79. Suma uszkodzeń w latach badań – rano



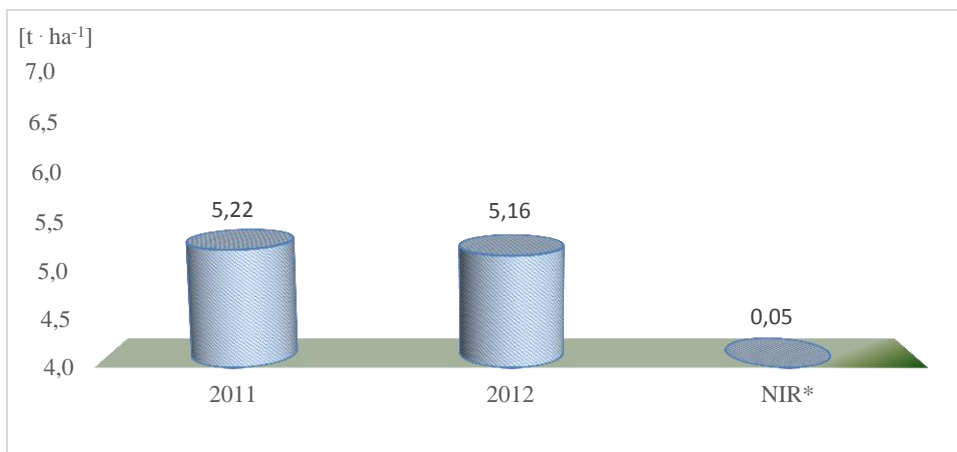
Wykres 80. Suma uszkodzeń w zależności od długości przechowywania – rano



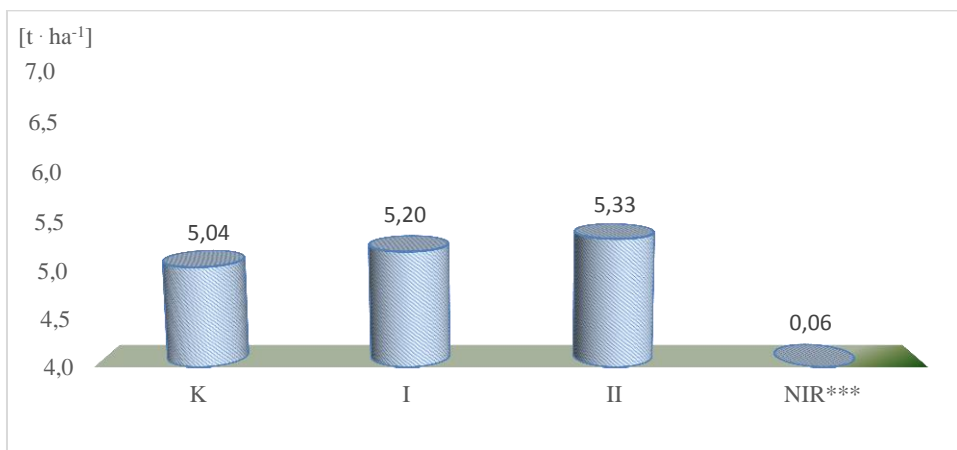
Wykres 81. Suma uszkodzeń w zależności od odmiany – rano



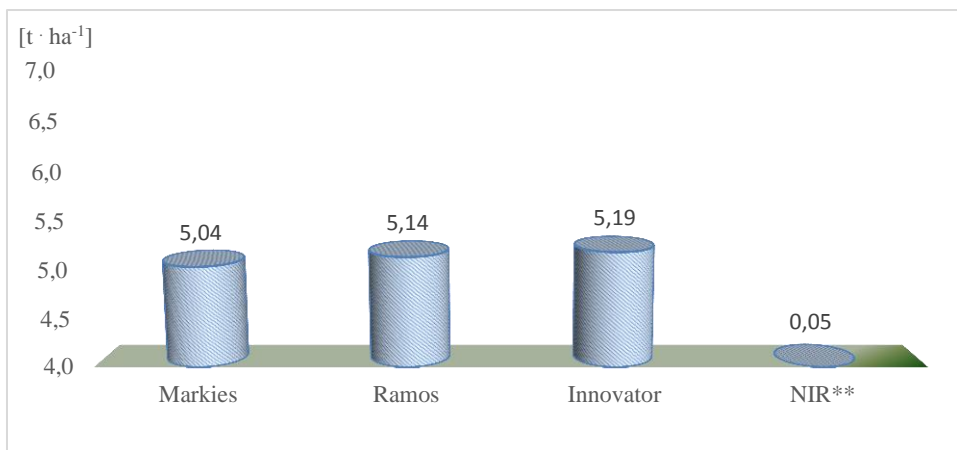
Wykres 82. Suma uszkodzeń – rano (współdziałanie czynników)



Wykres 83. Straty w plonie handlowym w latach badań – rano



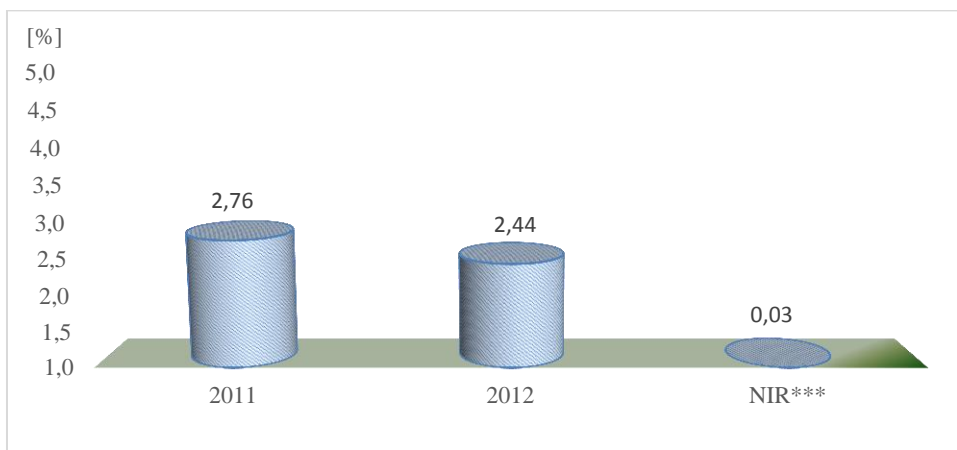
Wykres 84. Straty w plonie handlowym w zależności od długości przechowywania – rano



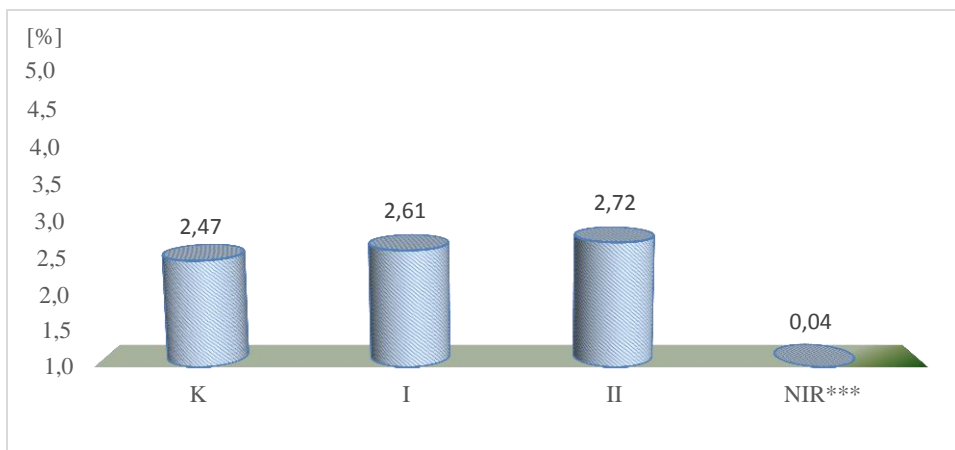
Wykres 85. Straty w plonie handlowym w zależności od odmiany – rano



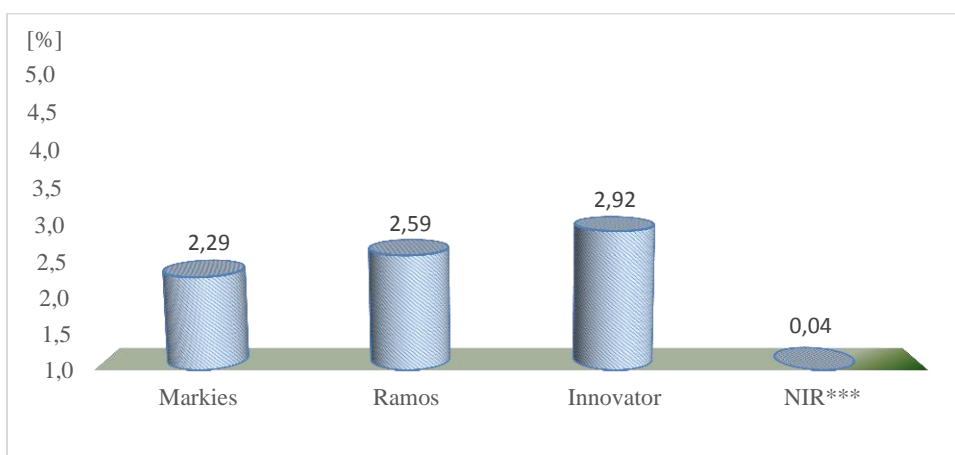
Wykres 86. Straty w plonie handlowym – rano (współdziałanie czynników)



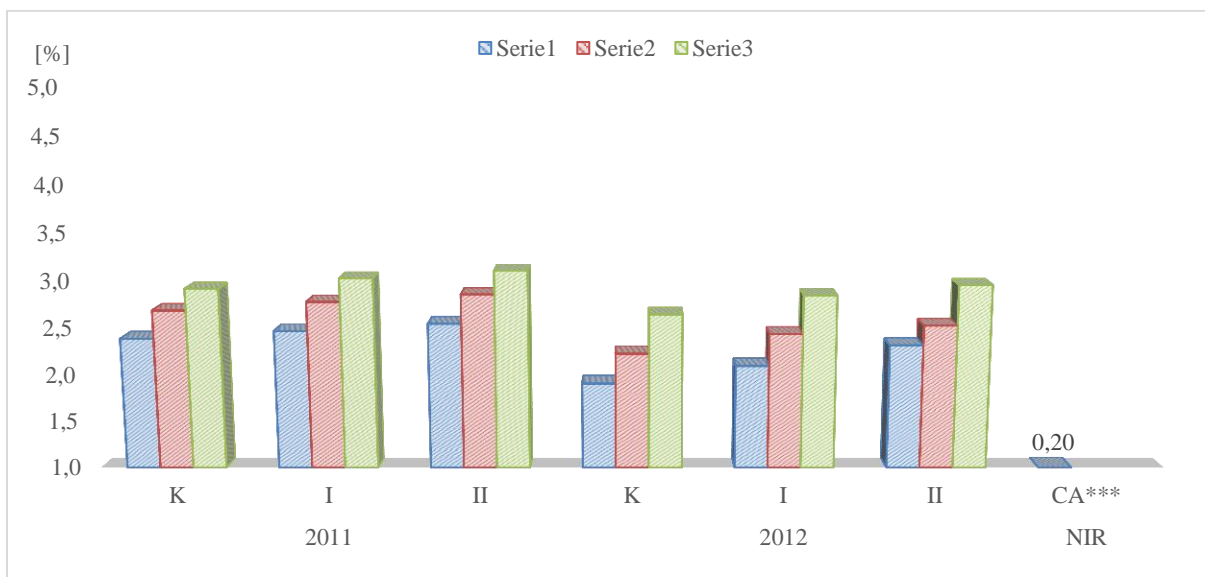
Wykres 87. Uszkodzenia zewnętrzne w latach badań – po południu



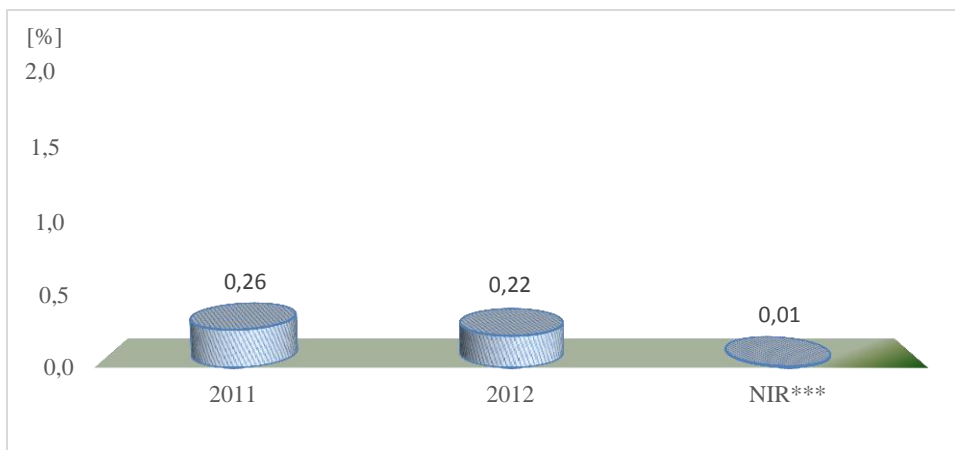
Wykres 88. Uszkodzenia zewnętrzne w zależności od długości przechowywania – po południu



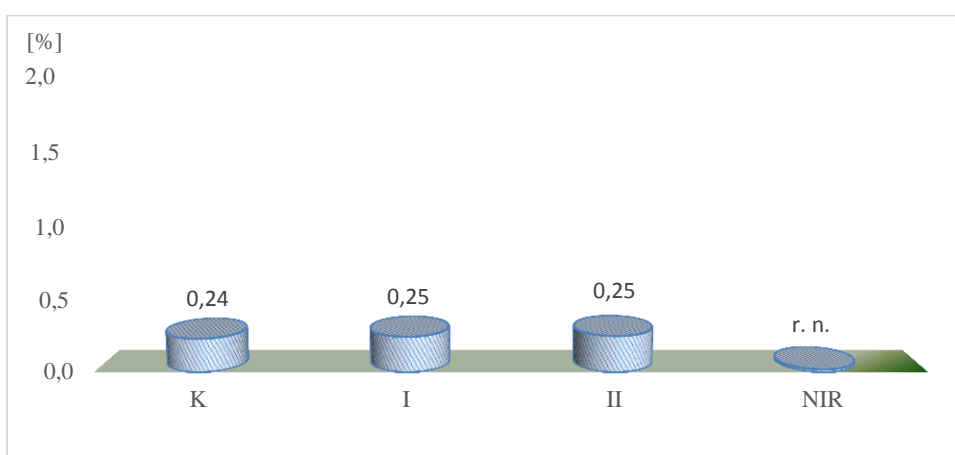
Wykres 89. Uszkodzenia zewnętrzne w zależności od odmiany – po południu



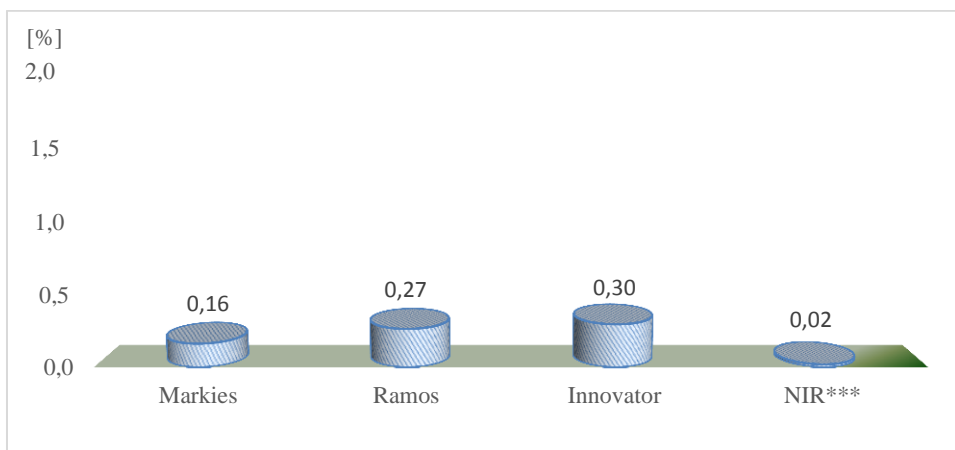
Wykres 90. Uszkodzenia zewnętrzne – po południu (współdziałanie czynników)



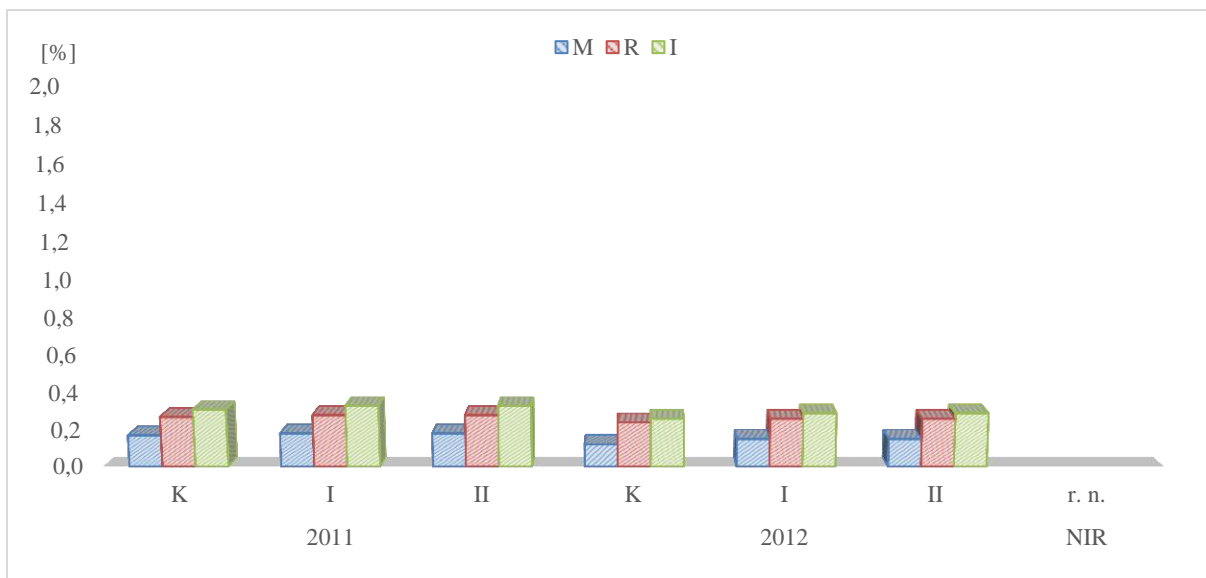
Wykres 91. Uszkodzenia wewnętrzne w latach badań – po południu



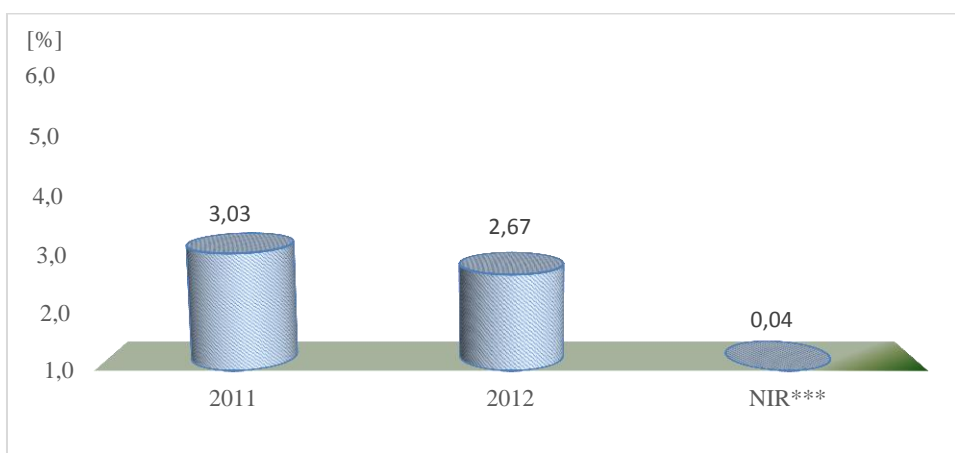
Wykres 92. Uszkodzenia wewnętrzne w zależności od długości przechowywania – po południu



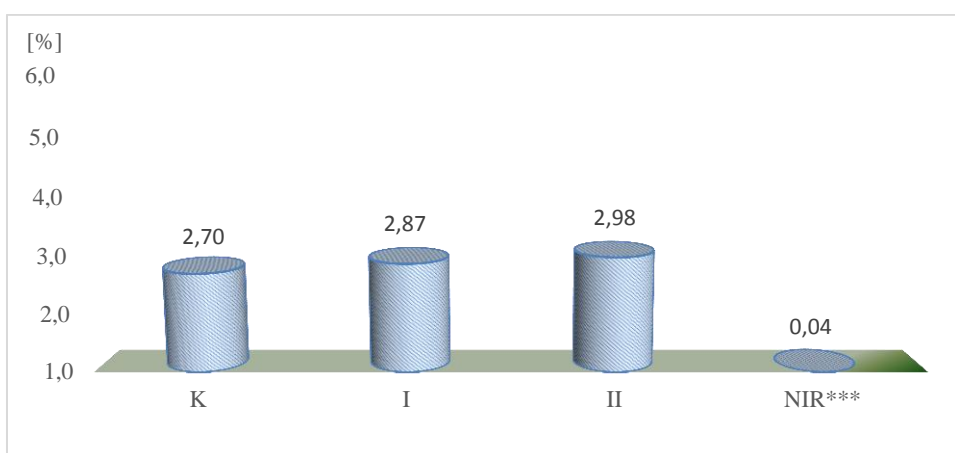
Wykres 93. Uszkodzenia wewnętrzne w zależności od odmiany – po południu



Wykres 94. Uszkodzenia wewnętrzne – po południu (współdziałanie czynników)

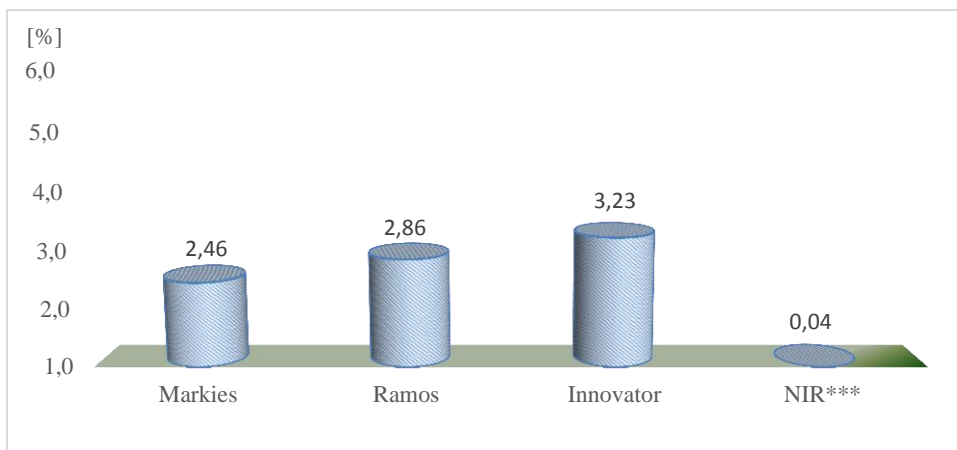


Wykres 95. Suma uszkodzeń w latach badań – po południu

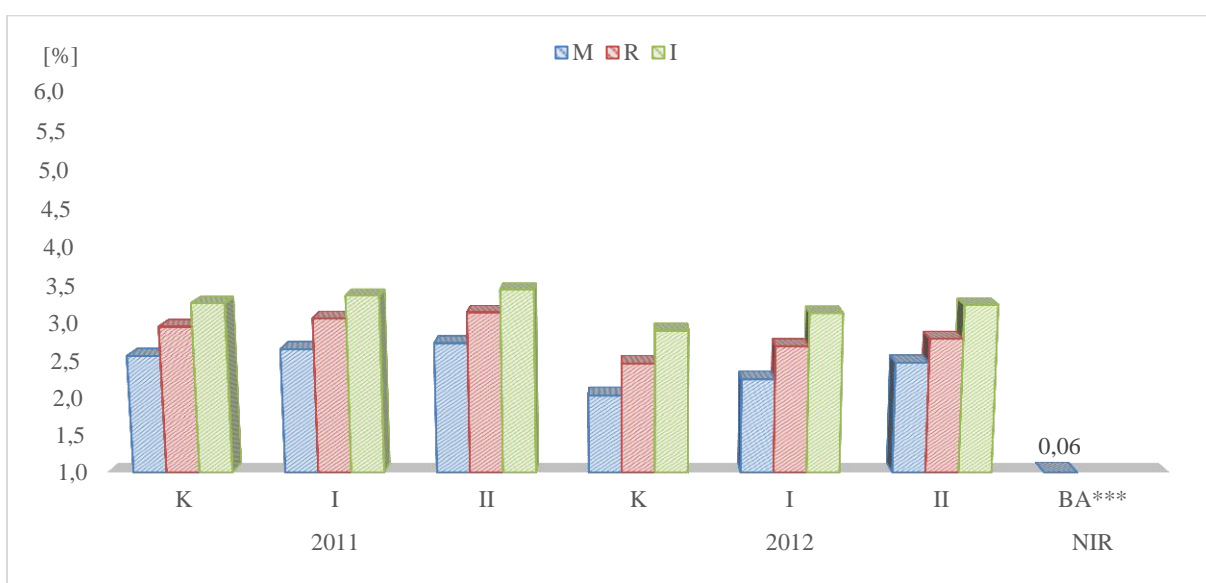


Wykres 96. Suma uszkodzeń w zależności od długości przechowywania – po południu

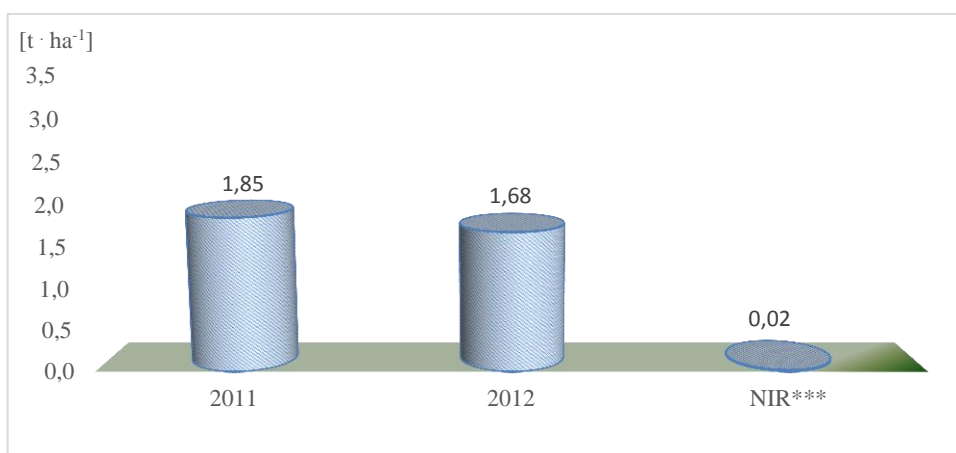




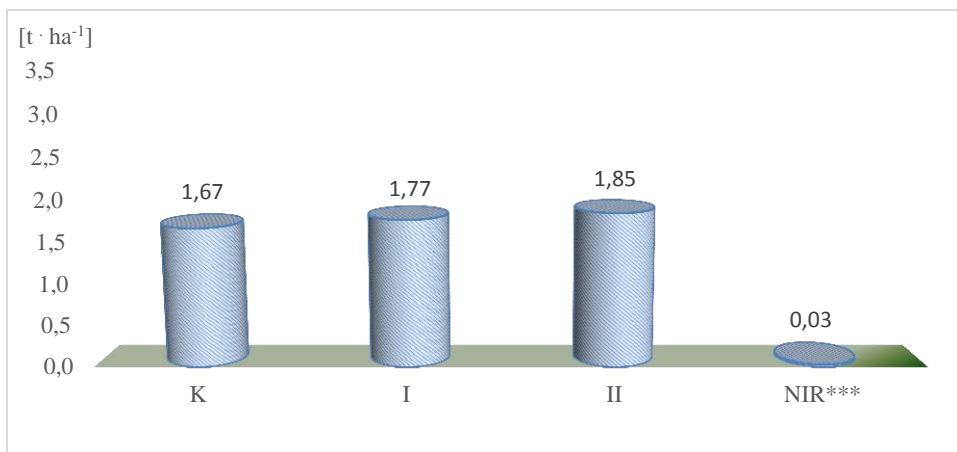
Wykres 97. Suma uszkodzeń w zależności od odmiany – po południu



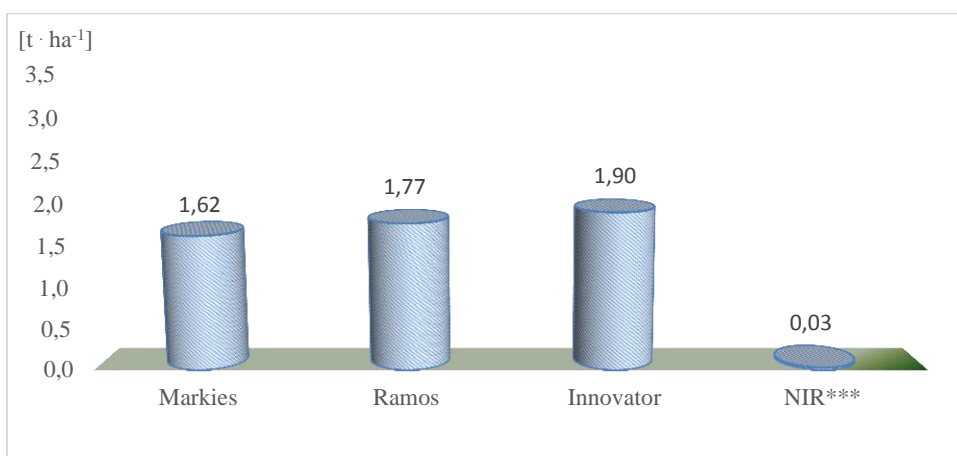
Wykres 98. Suma uszkodzeń – po południu (współdziałanie czynników)



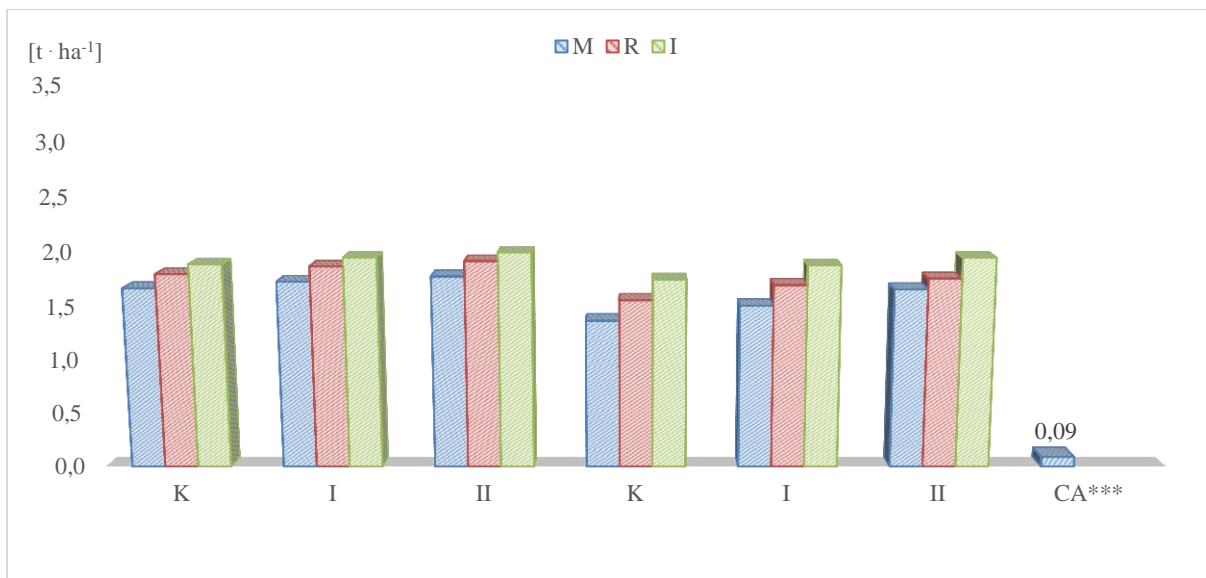
Wykres 99. Straty w plonie handlowym w latach badań – po południu



Wykres 100. Straty w plonie handlowym w zależności od długości przechowywania – po południu



Wykres 101. Straty w plonie handlowym w zależności od odmiany – po południu



Wykres 102. Straty w plonie handlowym – po południu (współdziałanie czynników)

Po dwóch miesiącach przechowywania, stwierdzono wzrost wartości wskaźnika uszkodzeń zewnętrznych bulw ze zbioru porannego z 5,28% do 5,54% (wyk. 72). Po kolejnych dwóch miesiącach wzrósł on do 5,74% (wyk. 72). Dla zbioru popołudniowego odnotowano tę samą zależność, co dla zbioru porannego i wartość wskaźnika uszkodzeń wynosiła 2,47%, po dwóch miesiącach przechowywania była wyższa o 0,14%, a po czterech miesiącach wzrastała do 2,72% (wyk. 88). Dla wskaźnika uszkodzeń wewnętrznych rano i po południu nie odnotowano statystycznie istotnych różnic odnośnie długości przechowywania (wyk. 76 i 92).

Odmiany różniły się między sobą istotnie genetycznie uwarunkowaną podatnością na uszkodzenia mechaniczne. Podobnie jak na plantacji nr 1 i 2 najbardziej odporną okazała się odmiana Markies, a najmniej odporną – odmiana Innovator (wyk. 79 i 95). Różnice w porównaniu do odmiany Markies wynosiły: dla wartości wskaźnika uszkodzeń zewnętrznych rano – 0,21% (Ramos) i 0,44% (Innovator) (wyk. 73), a po południu – 0,30% i 0,63% (wyk. 89); dla wartości wskaźnika uszkodzeń wewnętrznych rano – 0,02% i 0,29% (wyk. 77), a po południu – 0,11% i 0,14% (wyk. 93).

Straty w plonie handlowym ze zbioru porannego w roku 2011 wynikające z uszkodzeń zewnętrznych i wewnętrznych (suma) kształtowały się na poziomie  $5,22 \text{ t} \cdot \text{ha}^{-1}$ , a w 2012 –  $5,16 \text{ t} \cdot \text{ha}^{-1}$  (wyk. 83). W zależności od długości przechowywania straty podczas zbioru porannego osiągnęły poziom  $5,04 \text{ t} \cdot \text{ha}^{-1}$ , po dwóch miesiącach przechowywania były o  $160 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1}$  wyższe, a po czterech miesiącach, w porównaniu do zbioru bezpośredniego, wyższe o  $290 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1}$  (wyk. 84). Porównując między sobą badane odmiany stwierdzono, że najniższym poziomem strat podczas zbioru porannego odznaczała się odmiana Markies –  $5,04 \text{ t} \cdot \text{ha}^{-1}$ , a najwyższym odmiana Innovator –  $5,19 \text{ t} \cdot \text{ha}^{-1}$ . U odmiany Ramos straty wynosiły  $5,14 \text{ t} \cdot \text{ha}^{-1}$  (wyk. 85).

Straty podczas zbioru popołudniowego wynosiły w roku 2011 –  $1,85 \text{ t} \cdot \text{ha}^{-1}$ , a w 2012 roku były niższe o  $170 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1}$  (wyk. 99). W zależności od długości przechowywania straty wynikające ze zbioru bezpośredniego kształtowały się na poziomie  $1,67 \text{ t} \cdot \text{ha}^{-1}$ , po dwóch miesiącach składowania wzrastały do  $1,77 \text{ t} \cdot \text{ha}^{-1}$ , a po czterech miesiącach – do  $1,85 \text{ t} \cdot \text{ha}^{-1}$  (wyk. 100). Na poziom strat w plonie handlowym miała także wpływ uprawiana odmiana. Podobnie jak przy zbiorze porannym najbardziej odporną na uszkodzenia mechaniczne okazała się odmiana Markies, u której straty wynosiły  $1,62 \text{ t} \cdot \text{ha}^{-1}$ , u odmiany Ramos straty były wyższe o  $150 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1}$ , a u odmiany Innovator w porównaniu z odmianą Markies wyższe o  $280 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1}$  (wyk. 101).

Stwierdzono następujące interakcje:

- odmian z latami badań dla wartości wskaźnika uszkodzeń zewnętrznych ze zbioru porannego. U odmiany Innovator nie odnotowano istotnych różnic w latach badań (wyk. 74);
- długości okresu przechowywania z latami badań dla wartości wskaźnika uszkodzeń wewnętrznych ze zbioru porannego. U odmiany Markies nie stwierdzono istotnych różnic w latach badań (wyk. 78);
- odmian z latami badań dla wartości wskaźnika uszkodzeń wewnętrznych ze zbioru porannego. Odmiana Innovator nie wykazała istotnych różnic w latach badań (wyk. 78);
- odmian z latami badań dla wartości wskaźnika sumy uszkodzeń ze zbioru porannego. U odmiany Innovator nie odnotowano statystycznych różnic w latach badań (wyk. 82);
- odmian z latami badań w stratach plonu handlowego bule zbieranych rano. Odmiana Innovator nie wykazała istotnych różnic w latach prowadzenia badań (wyk. 86);
- odmian z latami badań dla wartości wskaźnika uszkodzeń zewnętrznych ze zbioru popołudniowego. U odmiany Innovator nie stwierdzono istotnych różnic w latach (wyk. 90);
- dla uszkodzeń wewnętrznych ze zbioru popołudniowego nie wykazano żadnych współdziałań (wyk. 94);
- długości okresu przechowywania z latami badań dla wartości wskaźnika sumy uszkodzeń ze zbioru popołudniowego. Odmiany Ramos i Innovator nie wykazały istotnych różnic w roku 2011 (wyk. 98);
- odmian z latami badań w stratach plonu handlowego bule ze zbioru popołudniowego. Odmiana Innovator nie wykazała istotnych różnic w latach badań (wyk. 102).

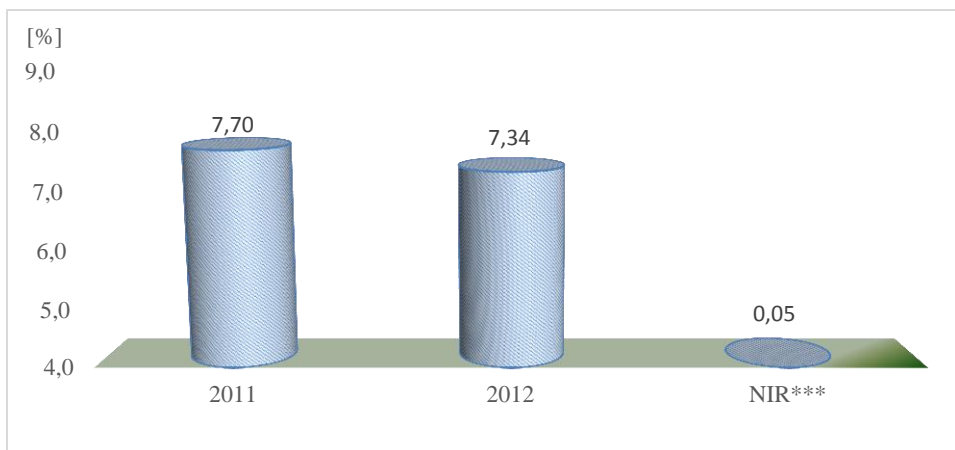
#### 6.1.4 Warunki gleby ciężkiej – IIIb (P4)

W przeprowadzonych badaniach udowodniono istotny wpływ przebiegu pogody w latach badań (wyk. 5 i 6) na wartość wskaźnika uszkodzeń zewnętrznych i wewnętrznych oraz na sumę wskaźników uszkodzeń bulw niezależnie od badanej odmiany (wyk. 103 – 114 oraz 119 – 130).

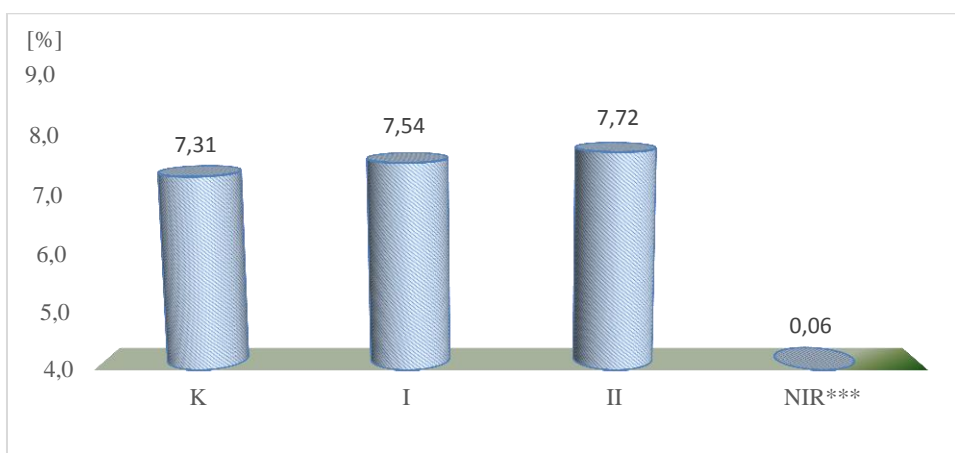
Badania przeprowadzone na plantacji numer 4 dowiodły, że rok 2011, podobnie jak na poprzednich plantacjach, charakteryzował się najmniej korzystnymi warunkami dla produkcji ziemniaka. W roku tym wartość wskaźnika sumy uszkodzeń mechanicznych bulw ze zbioru porannego wynosiła 9,93% i była wyższa o 0,63% w porównaniu do roku 2012 (wyk. 111). Dla zbioru popołudniowego wartość wskaźnika sumy uszkodzeń wynosiła 5,31% w roku 2011, a w roku 2012 – 4,42% (wyk. 127). W 2011 roku odnotowano wyższą sumę opadów w pierwszych dniach października (25,3 mm) w stosunku do roku 2012 (10,7 mm), co miało wpływ na pogorszenie warunków glebowych.

Wartość wskaźnika uszkodzeń zewnętrznych i wewnętrznych ze zbioru porannego w 2011 roku różniła się istotnie w porównaniu z 2012 rokiem. W 2011 roku wartość ta dla uszkodzeń zewnętrznych rano wynosiła 7,70% i była wyższa o 0,36% w porównaniu do roku 2012 (wyk. 103). Dla uszkodzeń wewnętrznych rano wartość wskaźnika uszkodzeń w roku 2011 osiągnęła poziom 2,20% i był to wynik istotnie wyższy niż w 2012 roku, kiedy to wartość wskaźnika uszkodzeń wewnętrznych wynosiła 1,95% (wyk. 107).

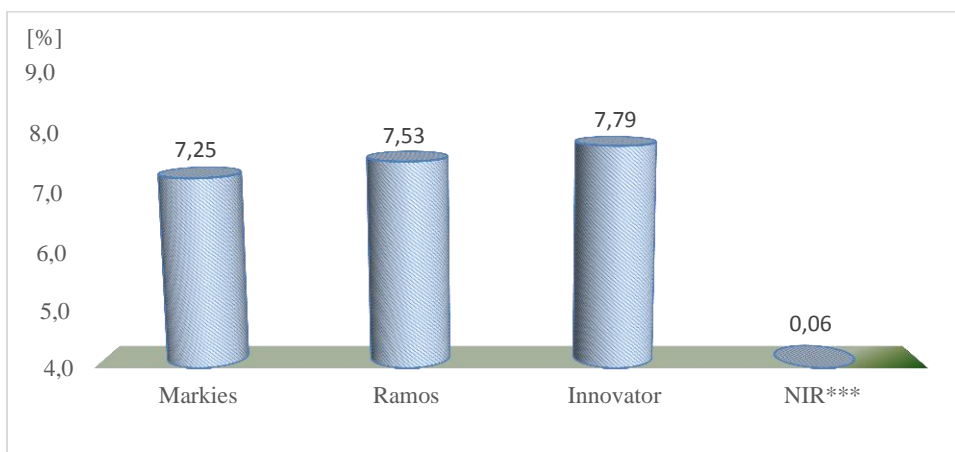
Wartość wskaźnika uszkodzeń zewnętrznych i wewnętrznych ze zbioru popołudniowego w 2011 była także wyższa od wartości w roku 2012. Dla uszkodzeń zewnętrznych ze zbioru popołudniowego w 2011 roku wartość wskaźnika uszkodzeń osiągnęła poziom 4,10% i był to wynik istotnie wyższy niż w kolejnym roku badań – 3,49% (wyk. 119). Wartość wskaźnika uszkodzeń wewnętrznych także była niższa w 2012 roku i wynosiła 0,93%, a w roku 2011 była wyższa o 0,28% (wyk. 123). Stwierdzono, że rok 2012 charakteryzował się korzystniejszymi warunkami podczas zbioru ziemniaka niż rok 2011 (wyk. 103, 107, 111, 119, 123 i 127).



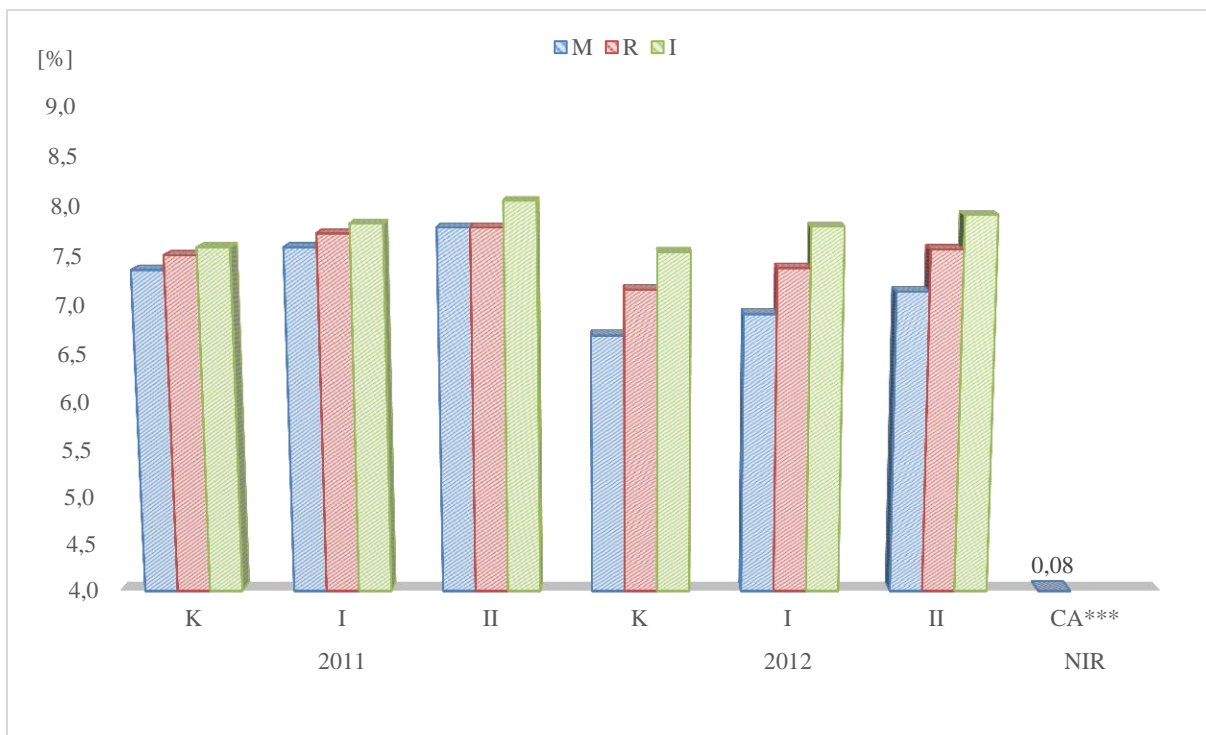
Wykres 103. Uszkodzenia zewnętrzne w latach badań – rano



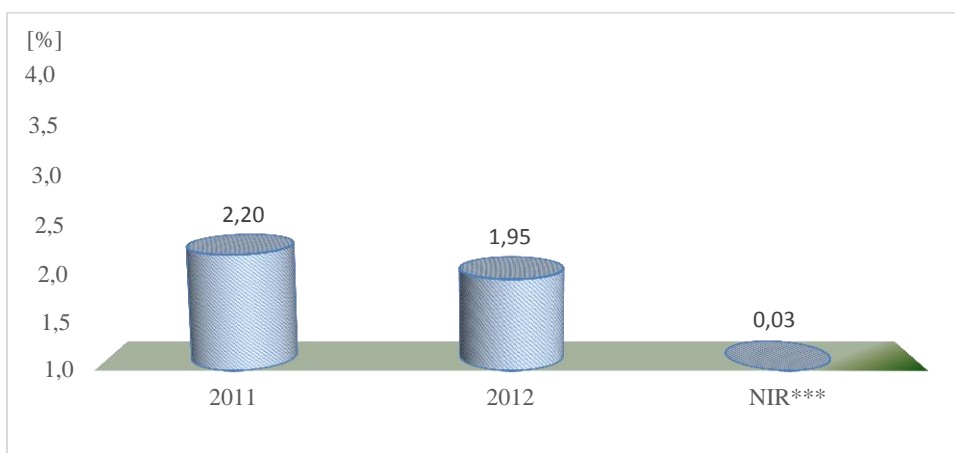
Wykres 104. Uszkodzenia zewnętrzne w zależności od długości przechowywania – rano



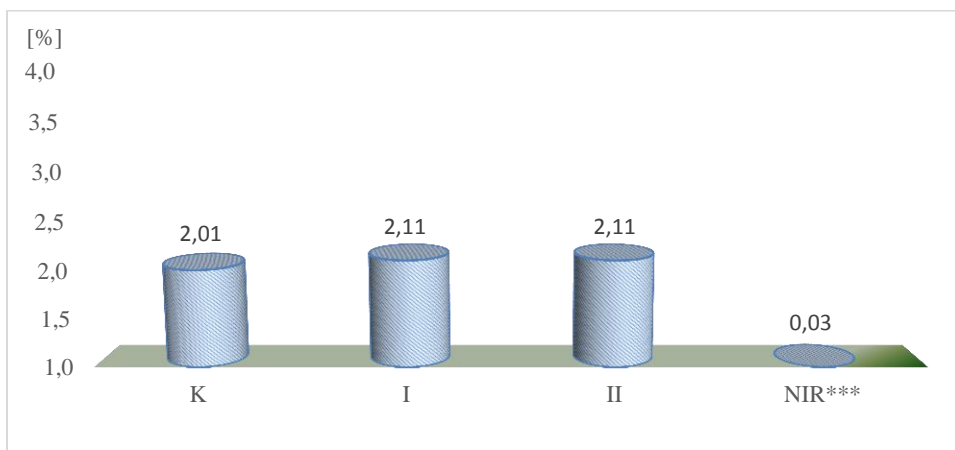
Wykres 105. Uszkodzenia zewnętrzne w zależności od odmiany – rano



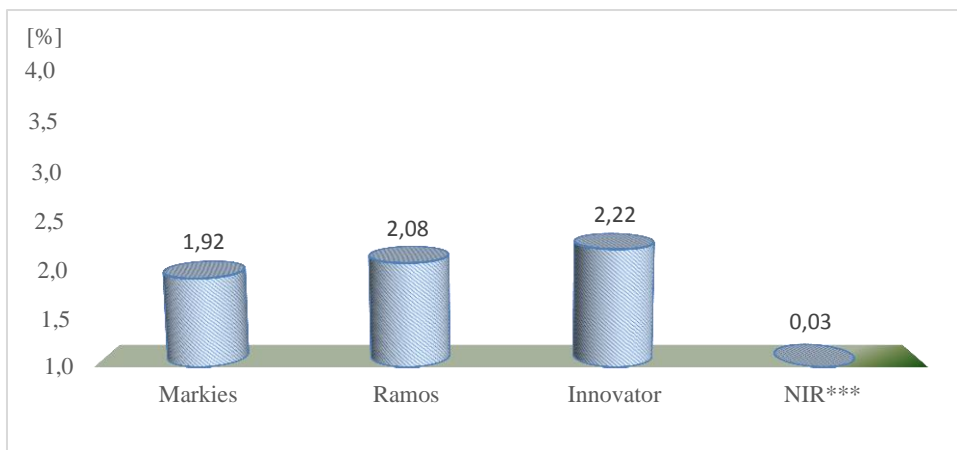
Wykres 106. Uszkodzenia zewnętrzne – rano (współdziałania czynników)



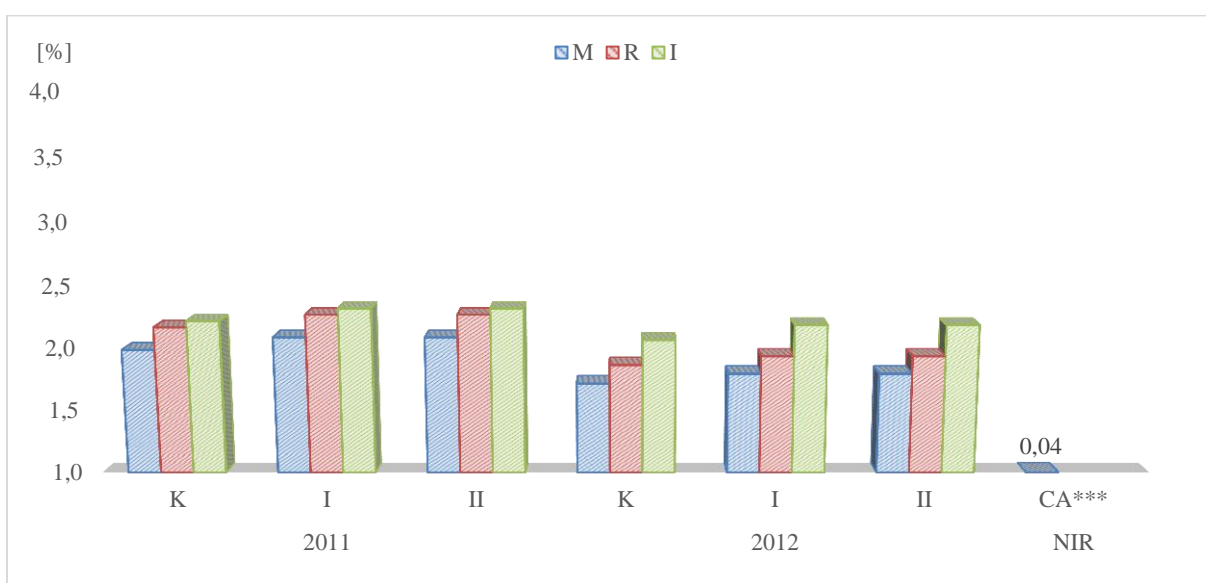
Wykres 107. Uszkodzenia wewnętrzne w latach badań – rano



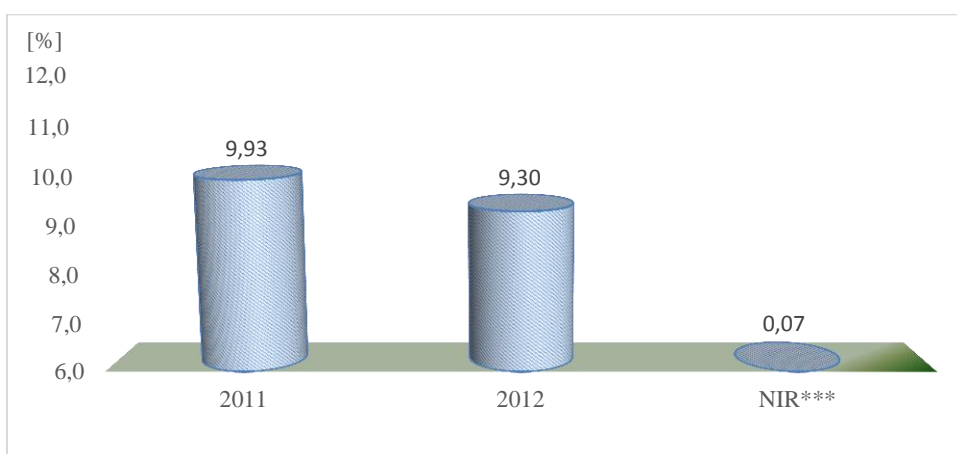
Wykres 108. Uszkodzenia wewnętrzne w zależności od długości przechowywania – rano



Wykres 109. Uszkodzenia wewnętrzne w zależności od odmiany – rano

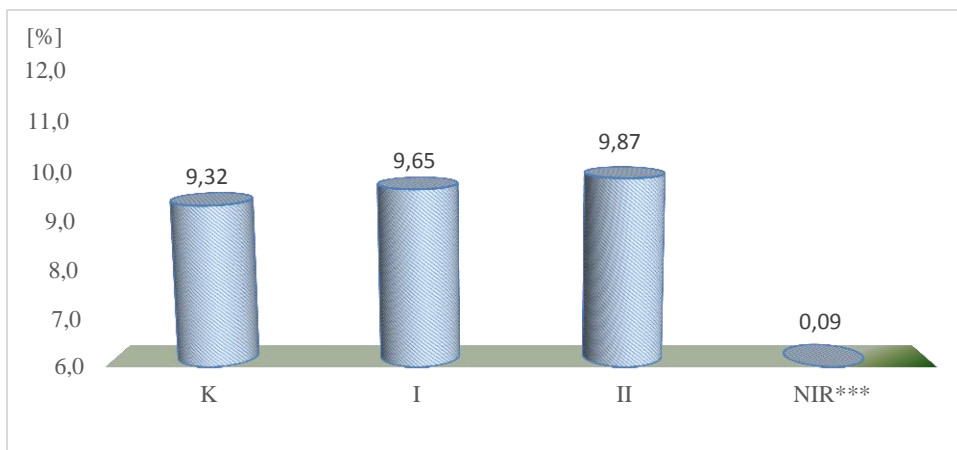


Wykres 110. Uszkodzenia wewnętrzne – rano (współdziałanie czynników)

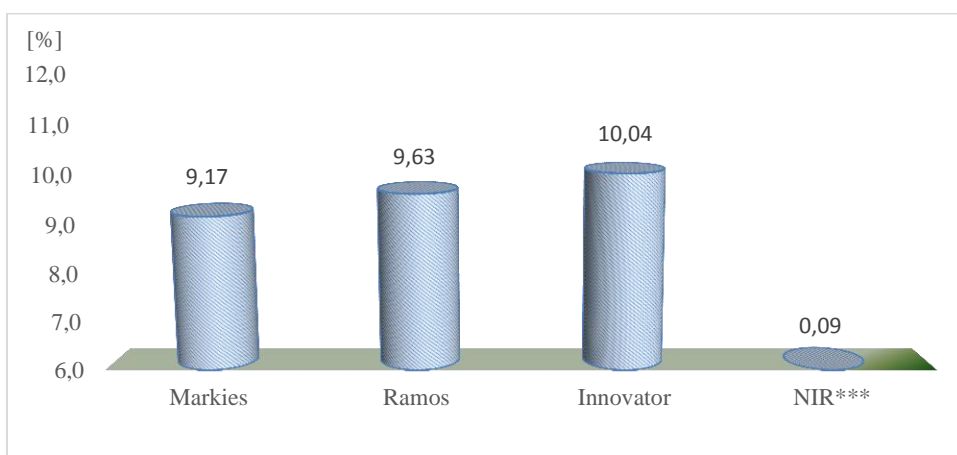


Wykres 111. Suma uszkodzeń w latach badań – rano

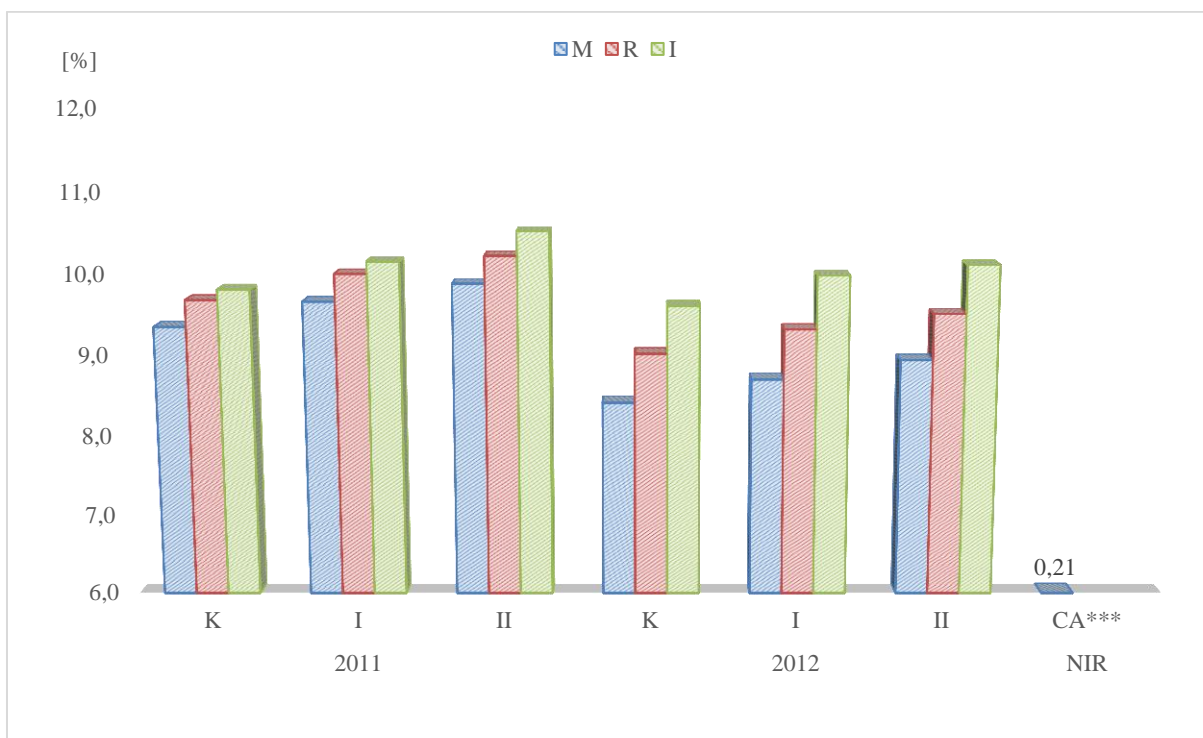




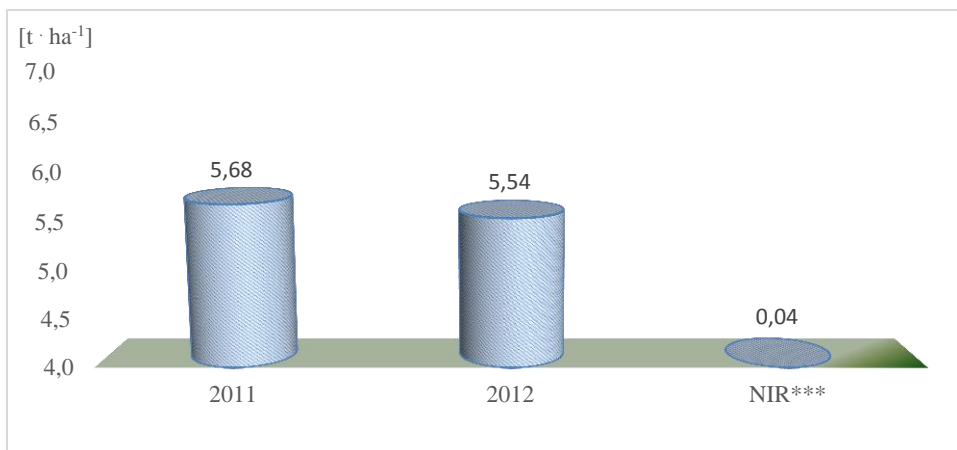
Wykres 112. Suma uszkodzeń w zależności od długości przechowywania – rano



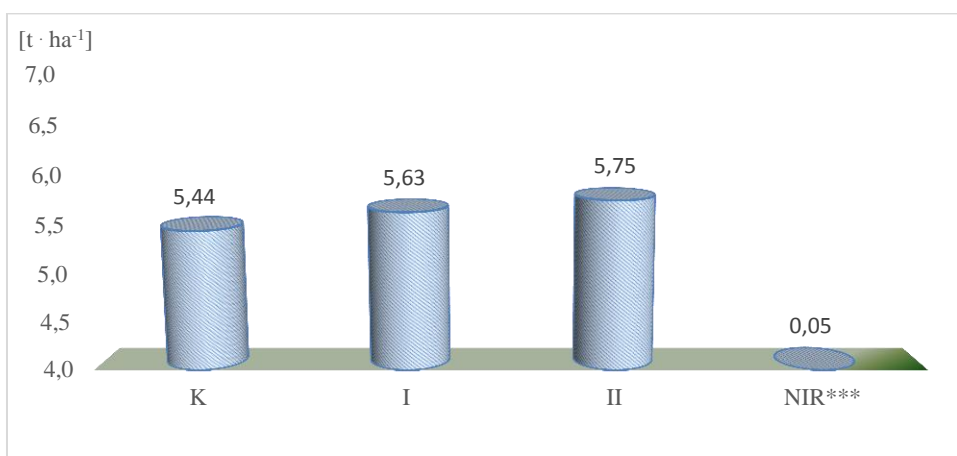
Wykres 113. Suma uszkodzeń w zależności od odmiany – rano



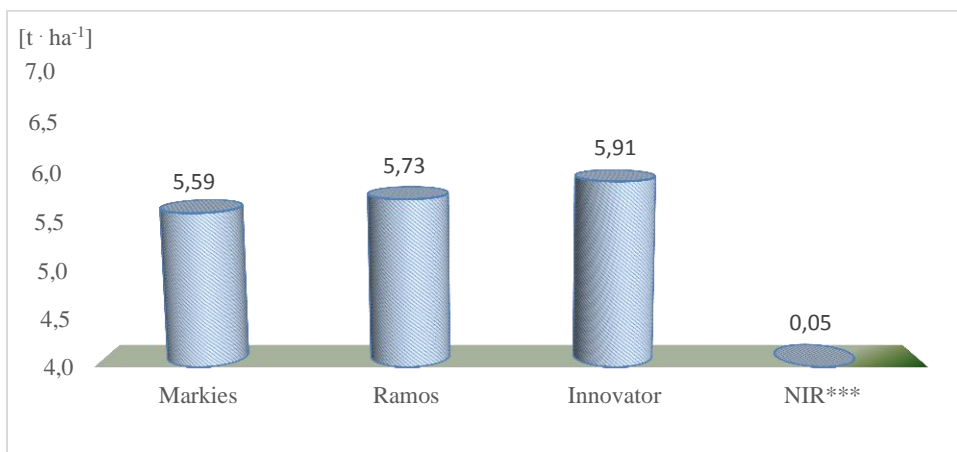
Wykres 114. Suma uszkodzeń – rano (współdziałanie czynników)



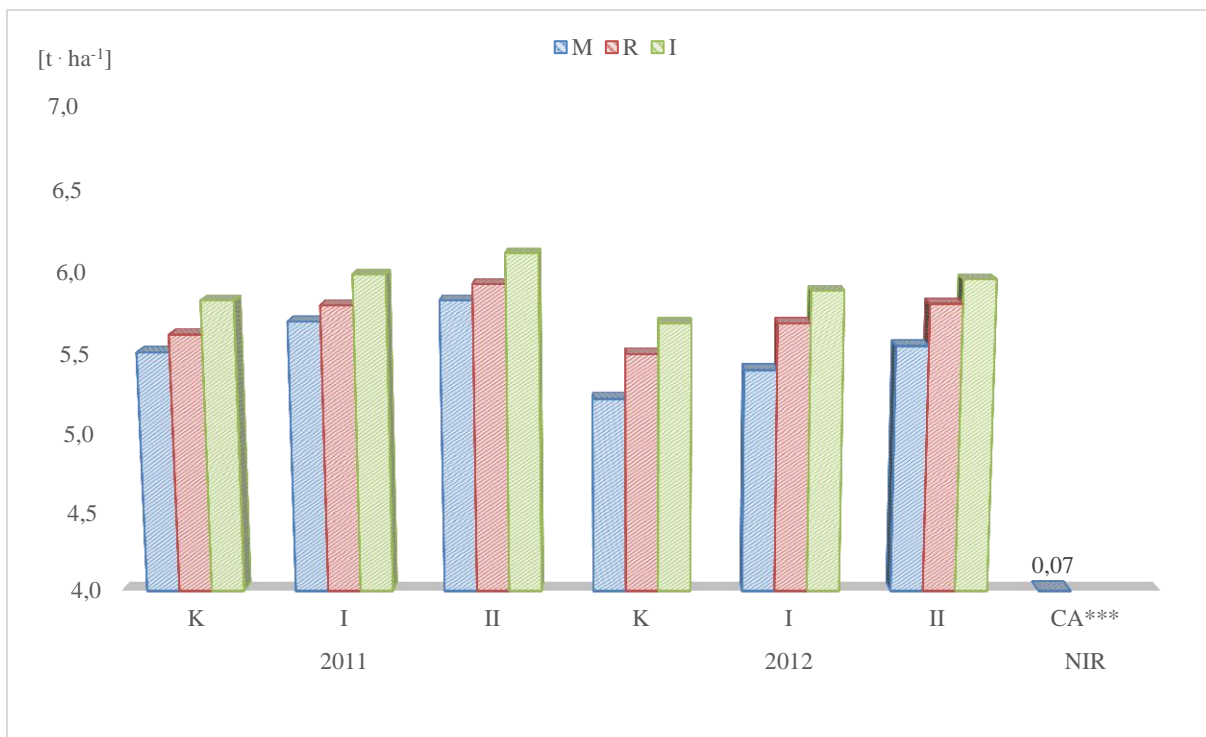
Wykres 115. Straty w plonie handlowym w latach badań – rano



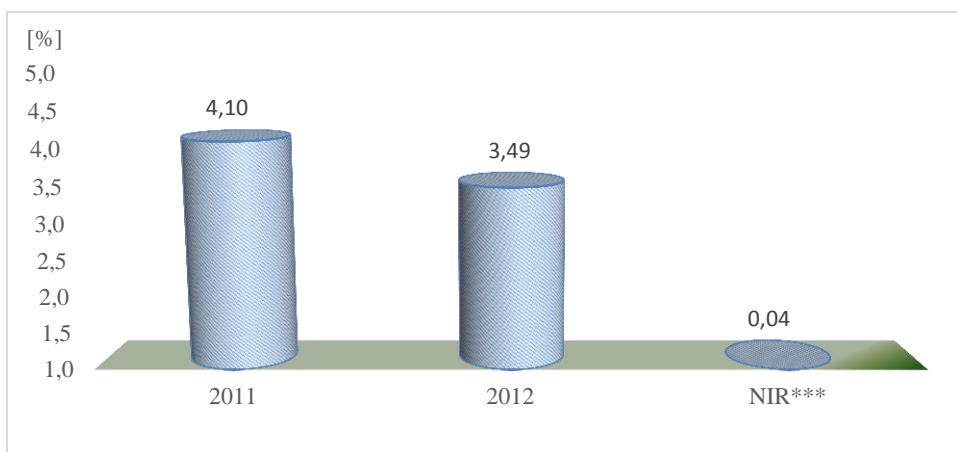
Wykres 116. Straty w plonie handlowym w zależności od długości przechowywania – rano



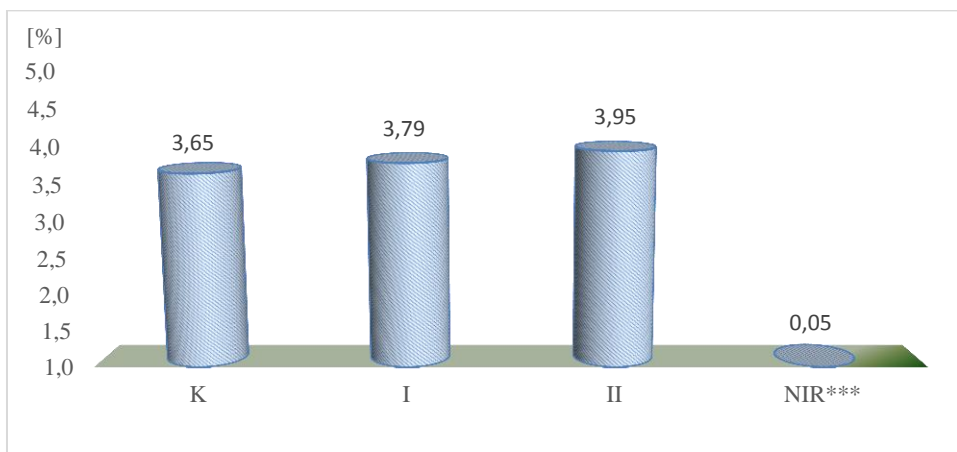
Wykres 117. Straty w plonie handlowym w zależności od odmiany – rano



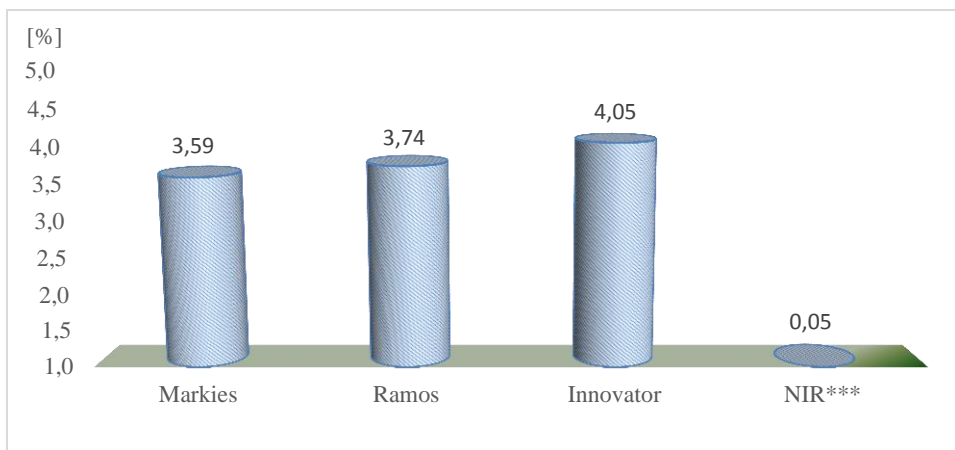
Wykres 118. Straty w plonie handlowym – rano (współdziałanie czynników)



Wykres 119. Uszkodzenia zewnętrzne w latach badań – po południu



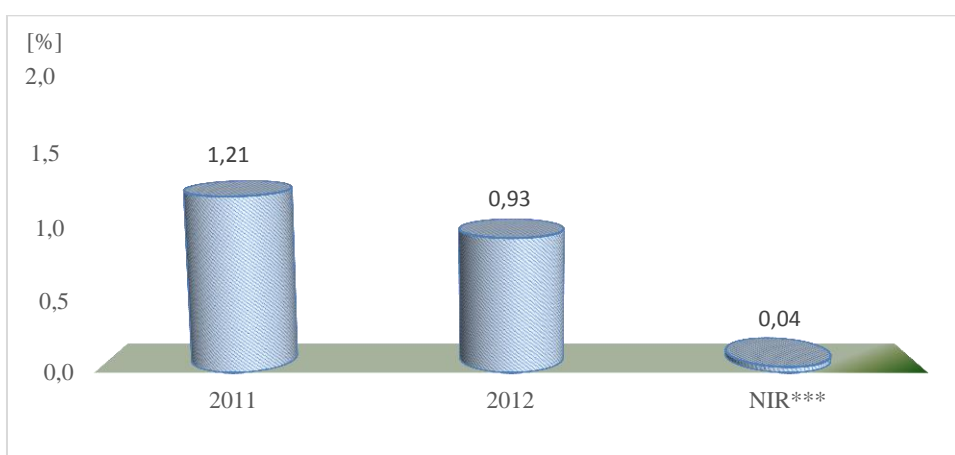
Wykres 120. Uszkodzenia zewnętrzne w zależności od długości przechowywania – po południu



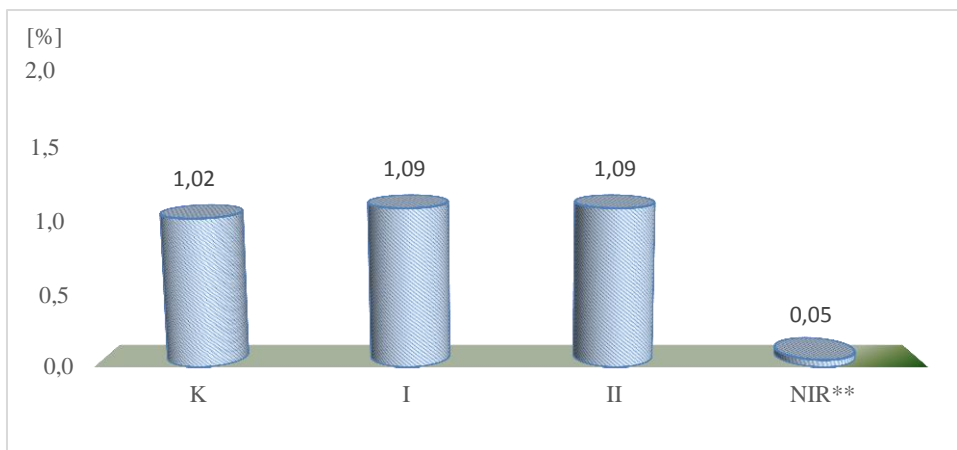
Wykres 121. Uszkodzenia zewnętrzne w zależności od odmiany – po południu



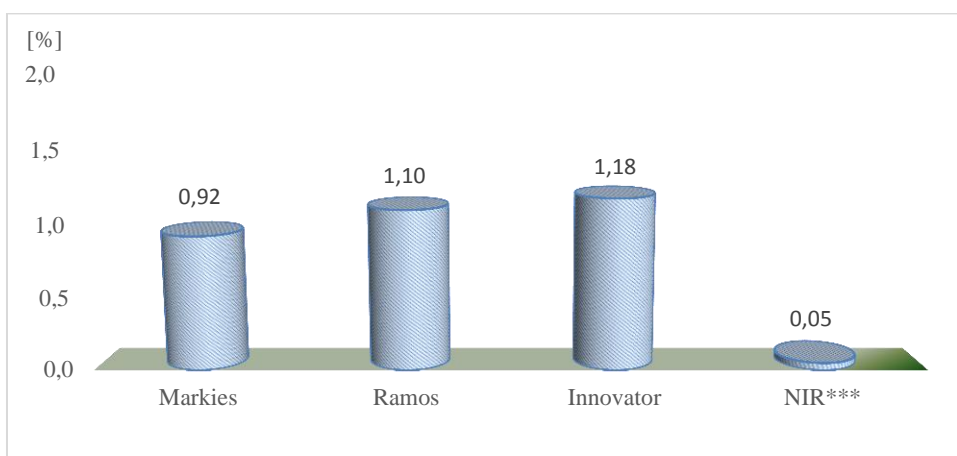
Wykres 122. Uszkodzenia zewnętrzne – po południu (współdziałanie czynników)



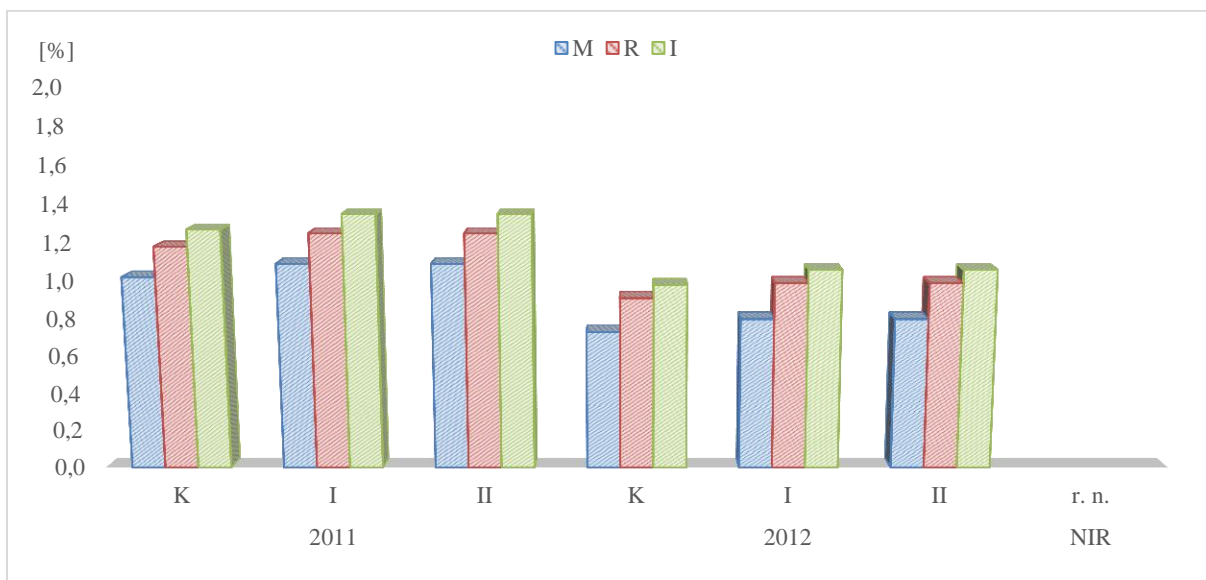
Wykres 123. Uszkodzenia wewnętrzne w latach badań – po południu



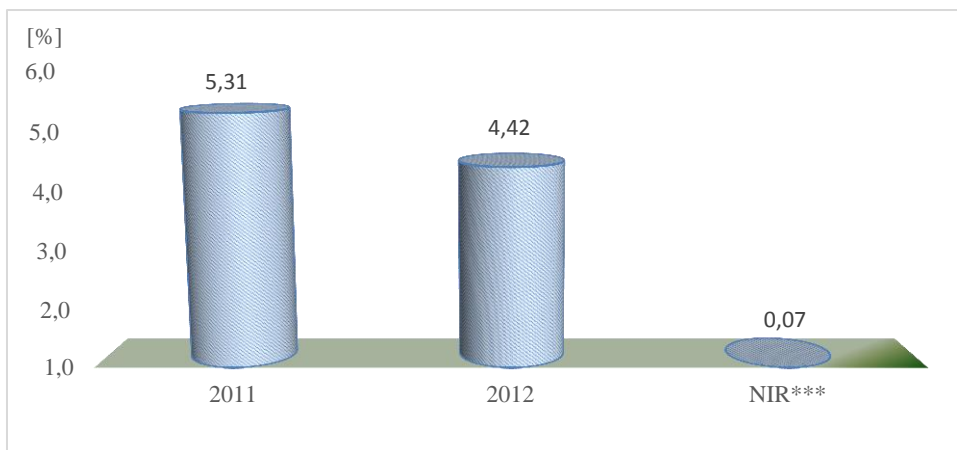
Wykres 124. Uszkodzenia wewnętrzne w zależności od długości przechowywania – po południu



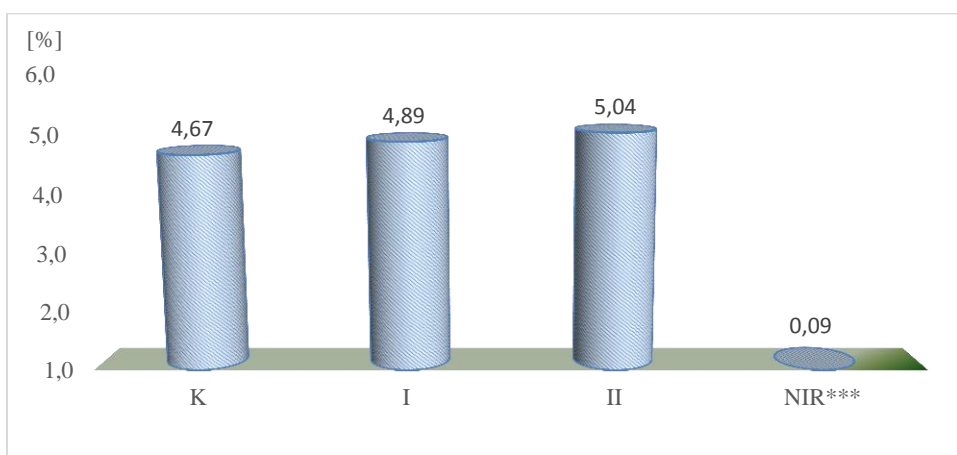
Wykres 125. Uszkodzenia wewnętrzne w zależności od odmiany – po południu



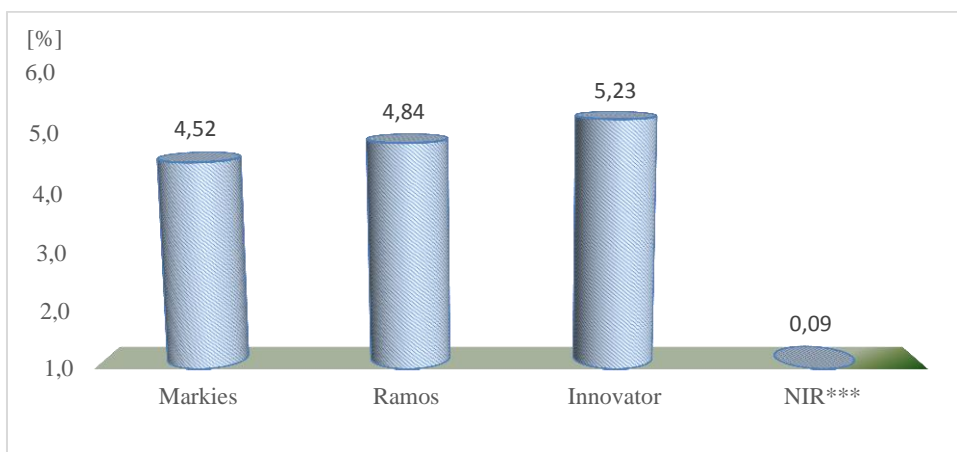
Wykres 126. Uszkodzenia wewnętrzne – po południu (współdziałanie czynników)



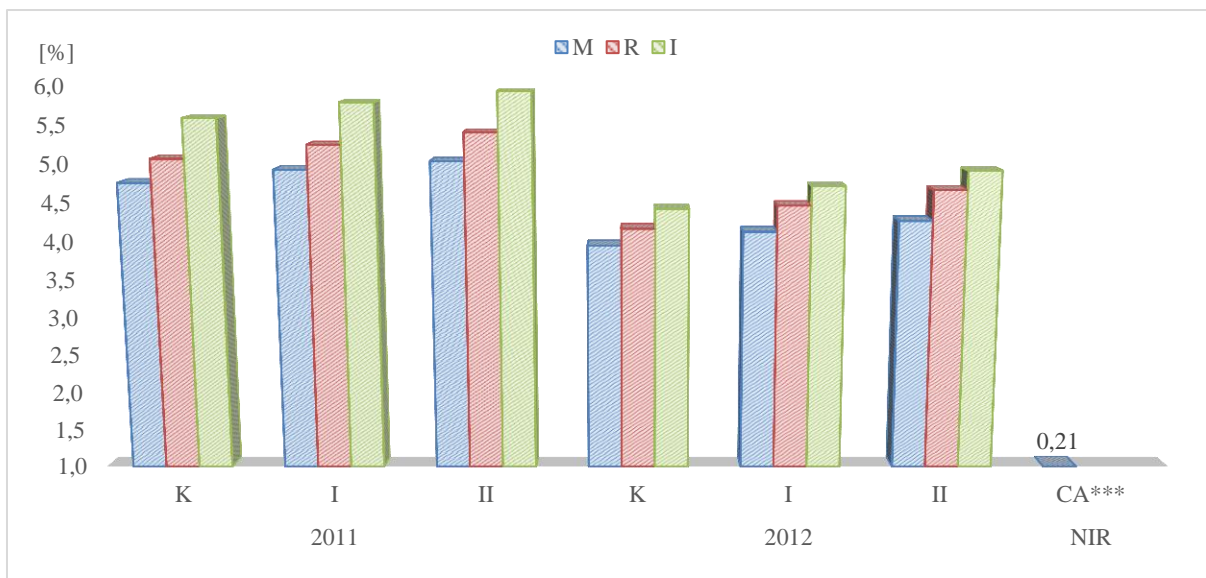
Wykres 127. Suma uszkodzeń w latach badań – po południu



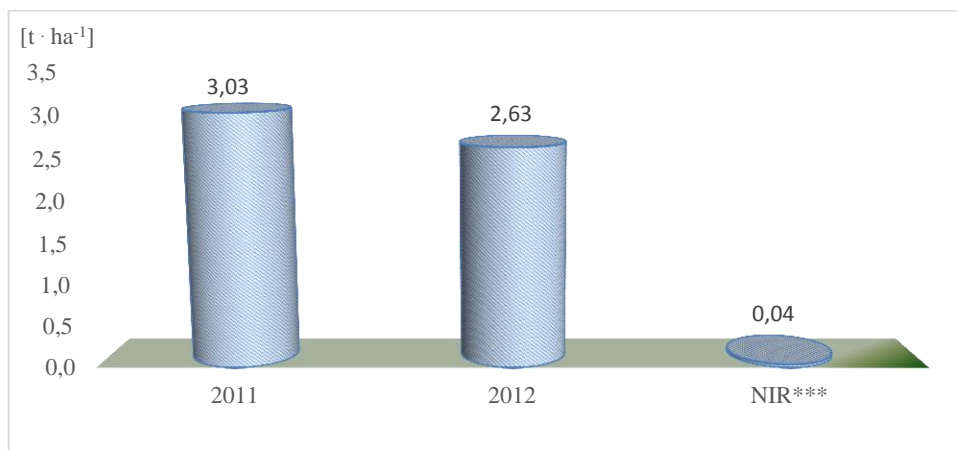
Wykres 128. Suma uszkodzeń w zależności od długości przechowywania – po południu



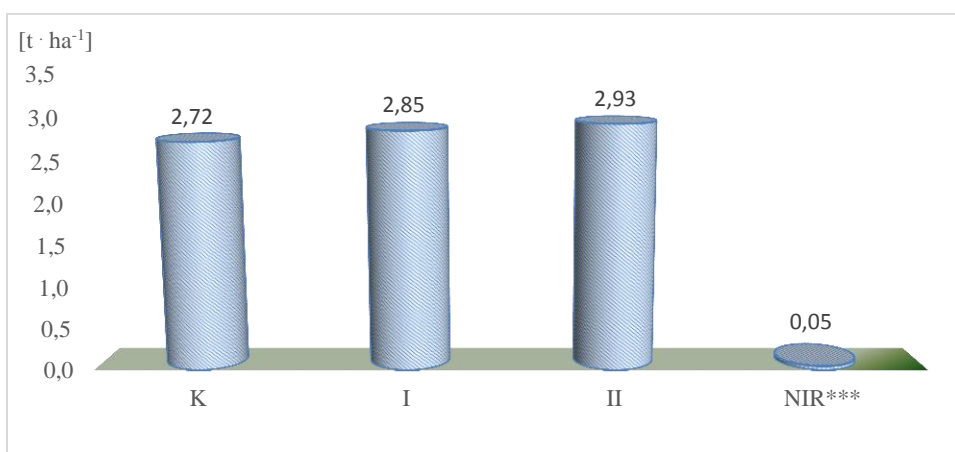
Wykres 129. Suma uszkodzeń w zależności od odmiany – po południu



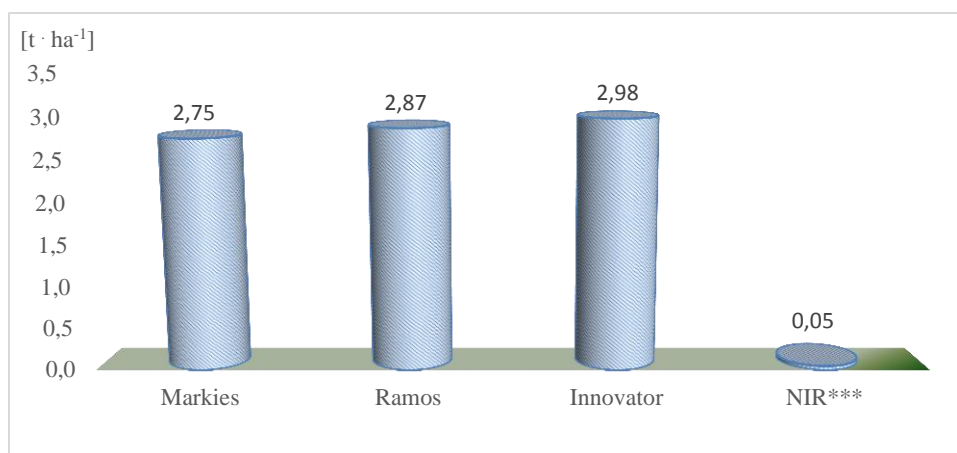
Wykres 130. Suma uszkodzeń – po południu (współdziałanie czynników)



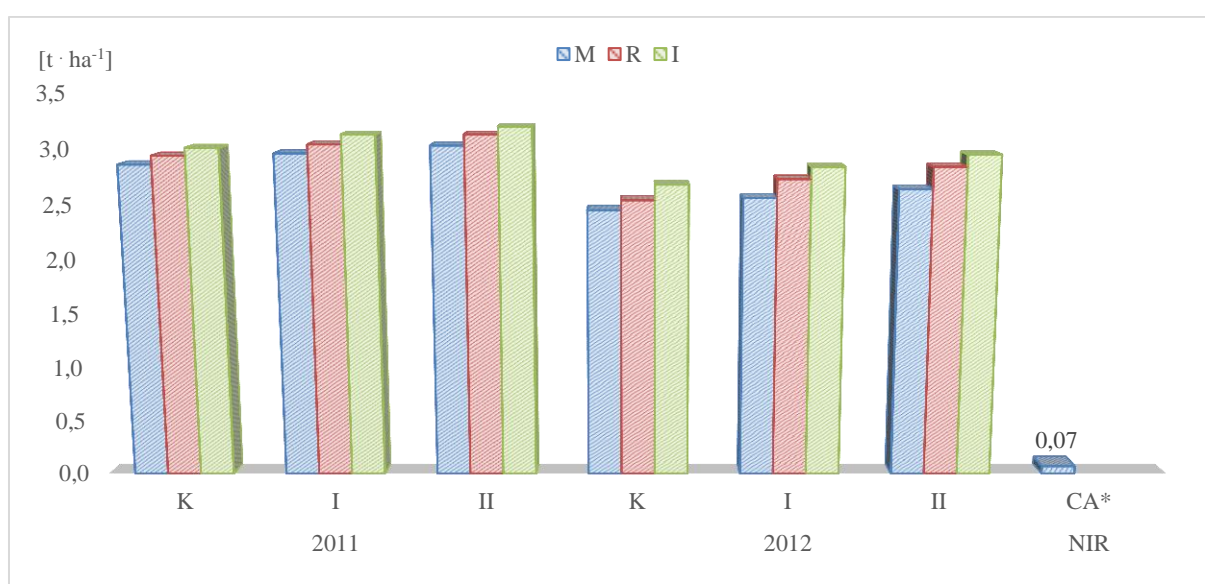
Wykres 131. Straty w plonie handlowym w latach badań – po południu



Wykres 132. Straty w plonie handlowym w zależności od długości przechowywania – po południu



Wykres 133. Straty w plonie handlowym w zależności od odmiany – po południu



Wykres 134. Straty w plonie handlowym – po południu (współdziałanie czynników)

Po dwóch miesiącach przechowywania, stwierdzono wzrost wartości wskaźnika uszkodzeń zewnętrznych bulw ze zbioru porannego o 0,23% w stosunku do zbioru bezpośredniego – 7,31% (wyk. 104). Po kolejnych dwóch miesiącach wynosił on 7,49% (wyk. 104). Wartość wskaźnika uszkodzeń zewnętrznych ze zbioru popołudniowego wynosiła 3,65%, po dwóch miesiącach przechowywania była wyższa o 0,14%, a po czterech miesiącach osiągnęła poziom 3,95% (wyk. 120).

Wartość wskaźnika uszkodzeń wewnętrznych wzrosła jedynie po dwóch miesiącach przechowywania i w stosunku do zbioru bezpośredniego (2,01%) zwiększyła się o 0,10% dla bulw zbieranych rano (wyk. 108), a dla zbioru popołudniowego w porównaniu ze zbiorem bezpośrednim (1,02 %) – o 0,07% (wyk. 124). Dalsze składowanie nie miało wpływu na podwyższenie wartości wskaźnika uszkodzeń (wyk. 108 i 124).



Odmiany różniły się między sobą istotnie genetycznie uwarunkowaną podatnością na uszkodzenia mechaniczne. Podobnie jak na poprzednich plantacjach najbardziej odporną okazała się odmiana Markies, a najmniej odporną – odmiana Innovator (wyk. 113 i 129). Różnice w latach badań w porównaniu do odmiany Markies (7,25%) wynosiły: dla wartości wskaźnika uszkodzeń zewnętrznych rano – 0,28% (Ramos) i 0,54% (Innovator) (wyk. 105), a po południu – 0,15% i 0,46% (wyk. 121); dla wartości wskaźnika uszkodzeń wewnętrznych rano – 0,16% i 0,30% (wyk. 109), a po południu – 0,18% i 0,20% (wyk. 125).

Straty w plonie handlowym ze zbioru porannego w roku 2011 straty wynikające z uszkodzeń zewnętrznych i wewnętrznych (suma) kształtowały się na poziomie  $5,68 \text{ t} \cdot \text{ha}^{-1}$ , a w 2012 –  $5,54 \text{ t} \cdot \text{ha}^{-1}$  (wyk. 115). W zależności od długości okresu przechowywania straty podczas zbioru porannego osiągnęły poziom  $5,44 \text{ t} \cdot \text{ha}^{-1}$ , po dwóch miesiącach przechowywania były o  $190 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1}$  wyższe, a po czterech miesiącach, w porównaniu do zbioru bezpośredniego, wyższe o  $310 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1}$  (wyk. 116). Porównując między sobą badane odmiany stwierdzono, że najniższym poziomem strat podczas zbioru porannego odznaczała się odmiana Markies –  $5,59 \text{ t} \cdot \text{ha}^{-1}$ , a najwyższym odmiana Innovator –  $5,91 \text{ t} \cdot \text{ha}^{-1}$ . U odmiany Ramos straty wynosiły  $5,73 \text{ t} \cdot \text{ha}^{-1}$  (wyk. 117).

Straty podczas zbioru popołudniowego wynosiły w roku 2011 –  $3,03 \text{ t} \cdot \text{ha}^{-1}$ , a w 2012 roku były niższe o  $400 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1}$  (wyk. 131). W zależności od długości przechowywania straty wynikające ze zbioru bezpośredniego kształtowały się na poziomie  $2,72 \text{ t} \cdot \text{ha}^{-1}$ , po dwóch miesiącach składowania wzrastały do  $2,85 \text{ t} \cdot \text{ha}^{-1}$ , a po czterech miesiącach – do  $2,93 \text{ t} \cdot \text{ha}^{-1}$  (wyk. 132). Na poziom strat w plonie handlowym miała także wpływ uprawiana odmiana. Podobnie jak przy zbiorze porannym najbardziej odporną na uszkodzenia mechaniczne okazała się odmiana Markies i w jej przypadku straty wynosiły  $2,75 \text{ t} \cdot \text{ha}^{-1}$ , u odmiany Ramos straty były wyższe o  $120 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1}$ , a u odmiany Innovator w porównaniu z odmianą Markies – wyższe o  $230 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1}$  (wyk. 133).

Stwierdzono następujące interakcje:

- odmian z latami badań dla wartości wskaźnika uszkodzeń zewnętrznych ze zbioru porannego. Odmiana Innovator nie wykazała istotnych różnic w latach badań (wyk. 106);
- odmian z latami badań dla wartości wskaźnika uszkodzeń wewnętrznych ze zbioru porannego. Nie stwierdzono istotnych różnic pomiędzy odmianami Ramos i Innovator w 2011 roku (wyk. 110);

- odmian z latami badań dla wartości wskaźnika sumy uszkodzeń ze zbioru porannego. Odmiana Innovator nie różniła się istotnie w latach badań (wyk. 114);
- odmian z latami badań dla strat w plonie handlowym bulw ze zbioru porannego. U odmian Markies i Ramos w 2011 roku nie stwierdzono statystycznych różnic (wyk. 118);
- odmian z latami badań dla wartości wskaźnika uszkodzeń zewnętrznych ze zbioru popołudniowego. U odmian Markies i Ramos w 2011 nie stwierdzono istotnych różnic (wyk. 122);
- dla wskaźnika uszkodzeń wewnętrznych ze zbioru popołudniowego nie stwierdzono żadnych współdziałań;
- odmian z latami badań dla wartości wskaźnika sumy uszkodzeń ze zbioru popołudniowego. Nie stwierdzono istotnych różnic u odmian Markies i Ramos w 2011 roku (wyk. 130);
- odmian z latami badań dla strat w plonie handlowym bule ze zbioru popołudniowego. Nie odnotowano istotnych zależności dla odmian Ramos i Innovator w 2012 roku (wyk. 134).

## 6.2 Zależności pomiędzy temperaturą bulwy a procentowym udziałem bulw uszkodzonych

Po analizie zebranego materiału stwierdzono, że wraz ze wzrostem temperatury powietrza od wczesnych godzin porannych zaczyna wzrastać temperatura gleby. Gleba ogrzewa się znacznie wolniej niż powietrze, ale także wolniej oddaje ciepło. W miarę ogrzewania się gleby, zaczyna także rosnać temperatura bulwy. W godzinach przedpołudniowych temperatura bulwy jest zazwyczaj niższa od temperatury gleby o 0,5° do 0,8°C, ale już w godzinach popołudniowych, kiedy zaczyna spadać temperatura powietrza, a także gleby, temperatura bulwy jest nieco wyższa niż gleby – przeciętnie o 0,4° do 0,8°C. Temperatura bulwy w przedziale od 11 do 11,5°C notowana była podczas zbiorów porannych, a powyżej 16°C – zbiorów popołudniowych.

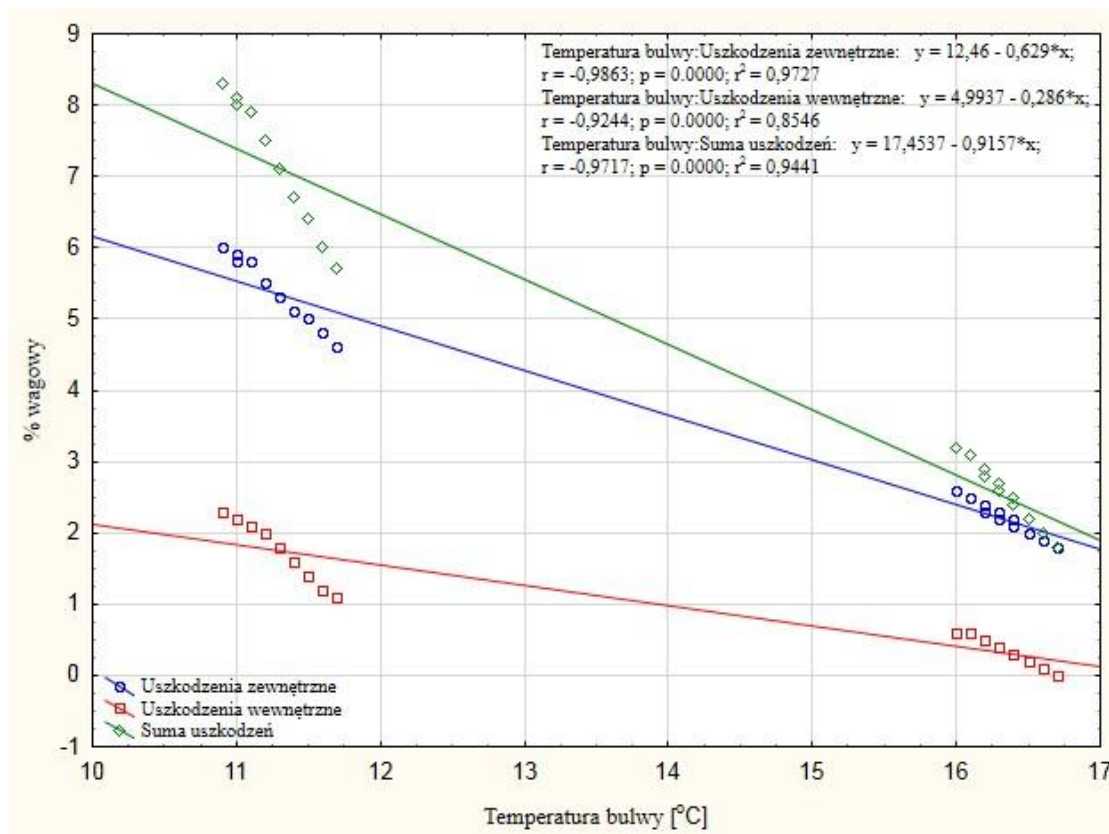
### 6.2.1 Warunki gleby ciężkiej – klasa IIIa (P1)

Na wykresach 135 – 143 przedstawiono zależności pomiędzy temperaturą bulw, a procentowym udziałem bulw z uszkodzeniami mechanicznymi powstającymi podczas zbioru na plantacji P1.

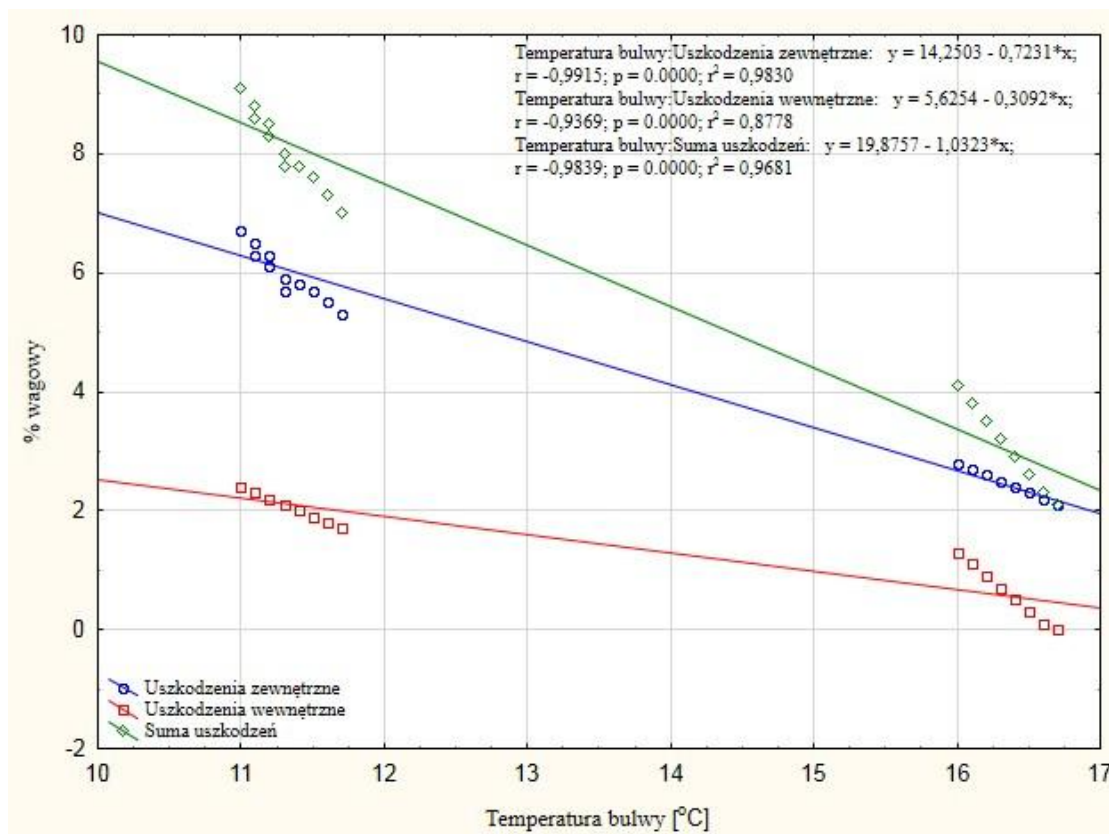
Stwierdzono, że niezależnie od badanej odmiany, a także lat w których prowadzono analizy, wraz ze wzrostem temperatury bulw maleje udział bulw z uszkodzeniami zewnętrznymi i wewnętrznymi oraz ich suma. Udział bulw z uszkodzeniami zewnętrznymi maleje przeciętnie o 3 – 5%, a z uszkodzeniami wewnętrznymi o 2 – 2,5%. U odmian bardziej odpornych na uszkodzenia w sprzyjających warunkach glebowych i pogodowych udział bulw z uszkodzeniami wewnętrznymi spada do zera (wyk. 135, 138 i 141) – odmiana Markies. Najbardziej podatną na uszkodzenia mechaniczne wśród badanych odmian okazała się odmiana Innovator (wyk. 137, 140 i 143). Odmiana Ramos cechowała się średnią podatnością na uszkodzenia mechaniczne (wyk. 136, 139, 142). Z trzech analizowanych lat, rok 2011 okazał się najmniej korzystnym do uprawy ziemniaka, ze względu na znacznie wyższy udział w plonie handlowym bulw z uszkodzeniami (wyk. 138 – 140). Różnice dla poszczególnych odmian w latach, uwzględniając całkowitą sumę uszkodzeń, wahały się w przedziale od 1 do 2%, gdzie rok 2010 charakteryzował się najniższym udziałem bulw uszkodzonych w plonie handlowym, a rok 2011 najwyższym. Rok 2012 był zbliżony do 2010.

Stwierdzono, że wzrost temperatury bulwy o 1°C w latach badań powodował:

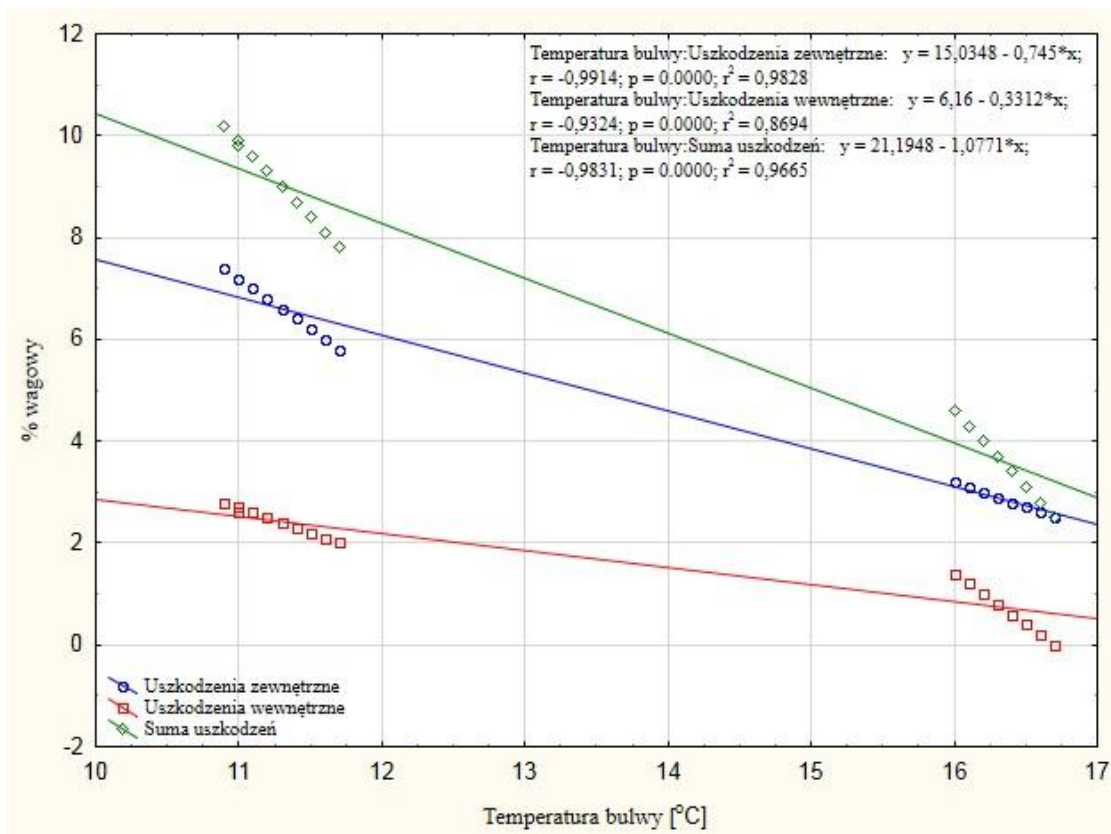
- u odmiany Markies przy uszkodzeniach zewnętrznych powodował spadek bulw uszkodzonych od 0,63% do 0,78%, dla uszkodzeń wewnętrznych analogicznie – od 0,28% do 0,32% i dla sumy uszkodzeń – od 0,91% do 1,10% (wyk. 135, 138 i 141);
- u odmiany Ramos przy uszkodzeniach zewnętrznych powodował spadek bulw uszkodzonych od 0,72% do 0,85%, dla uszkodzeń wewnętrznych analogicznie – od 0,31% do 0,40% i dla sumy uszkodzeń – od 1,03% do 1,25% (wyk. 136, 139 i 142);
- u odmiany Innovator przy uszkodzeniach zewnętrznych powodował spadek bulw uszkodzonych od 0,74% do 0,91%, dla uszkodzeń wewnętrznych analogicznie – od 0,32% do 0,43% i dla sumy uszkodzeń – od 1,07% do 1,34% (wyk. 137, 140 i 143).



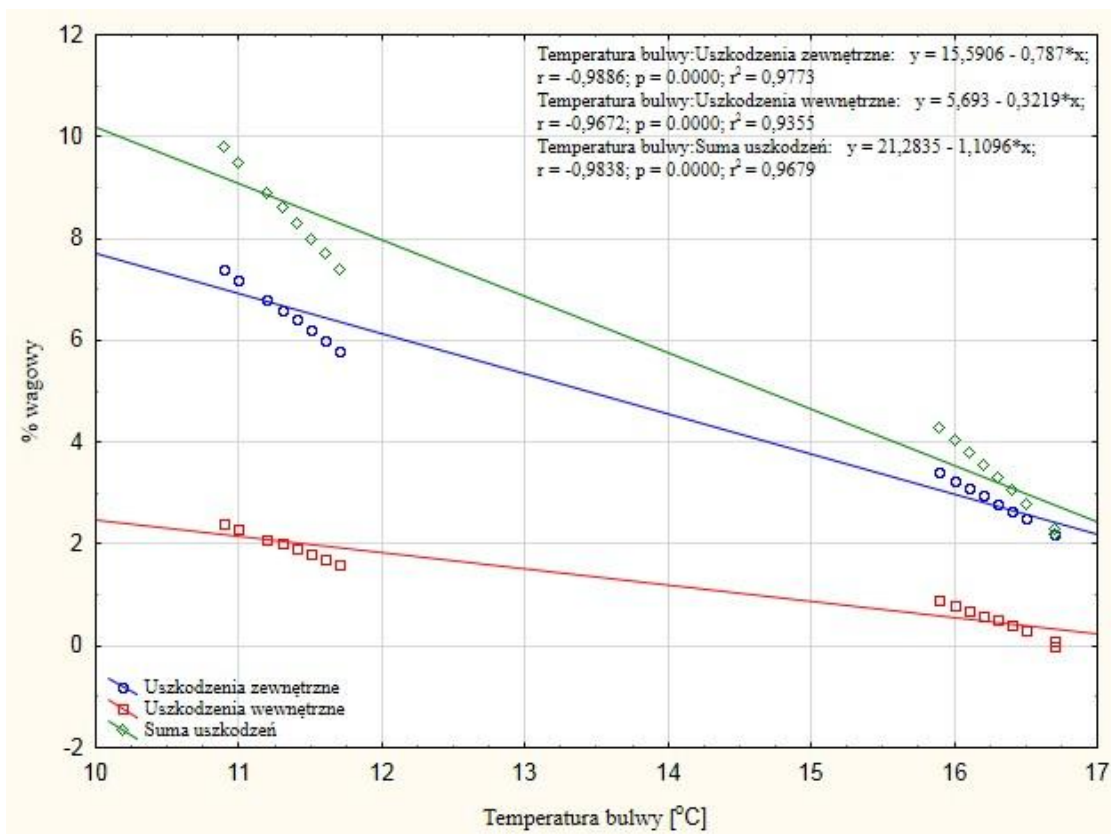
Wykres 135. Zależność między temperaturą bulwy a ilością uszkodzeń w % wagowych – odmiana Markies w roku 2010



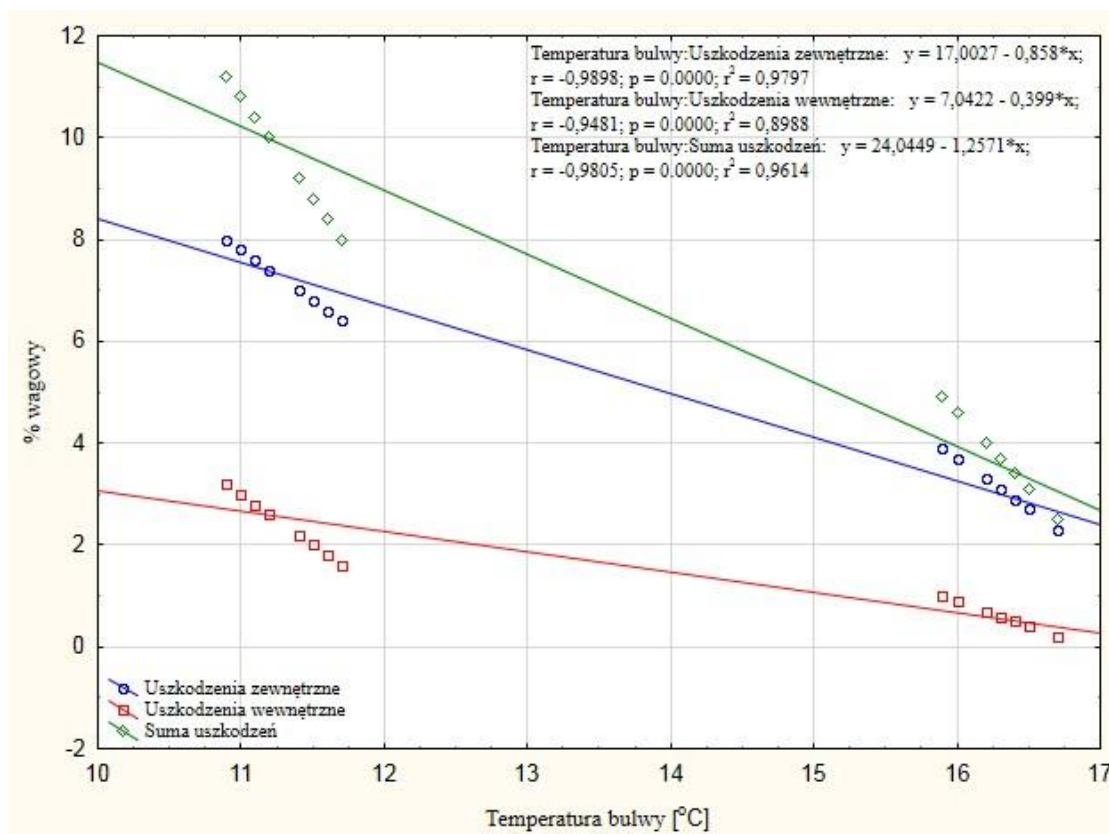
Wykres 136. Zależność między temperaturą bulwy a ilością uszkodzeń w % wagowych – odmiana Ramos w roku 2010



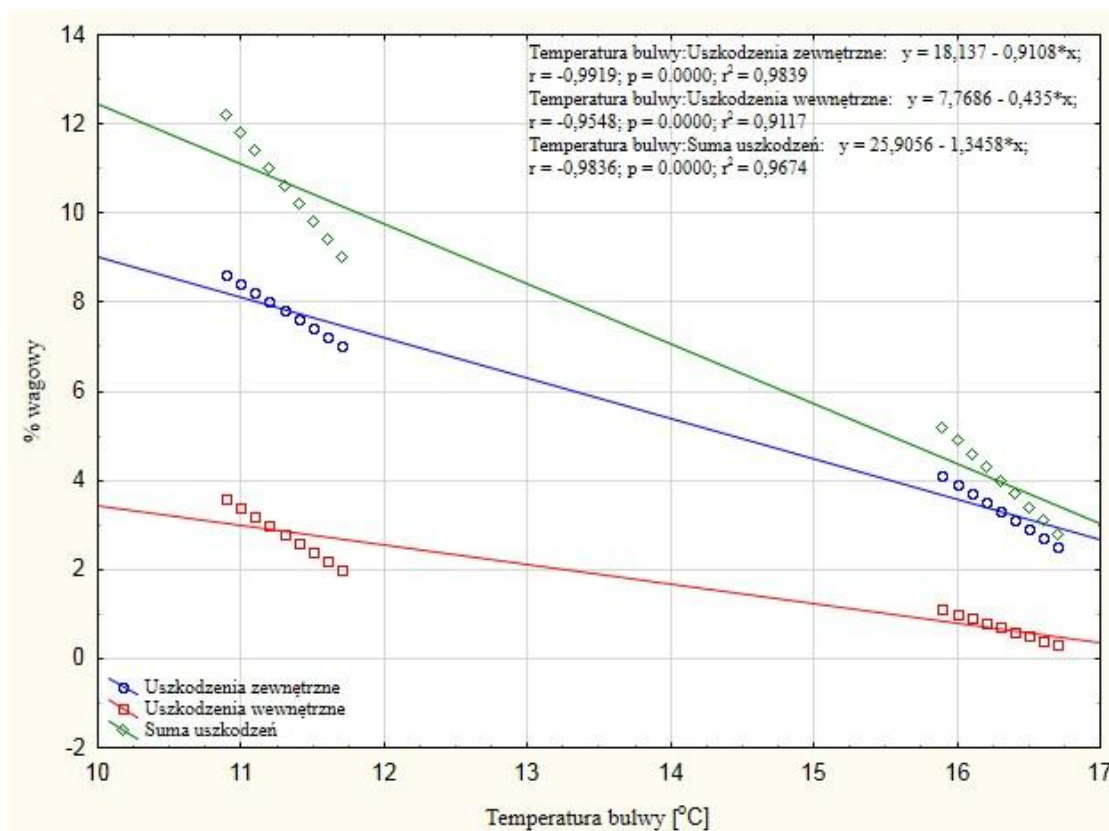
Wykres 137. Zależność między temperaturą bulwy a ilością uszkodzeń w % wagowych – odmiana Innovator w roku 2010



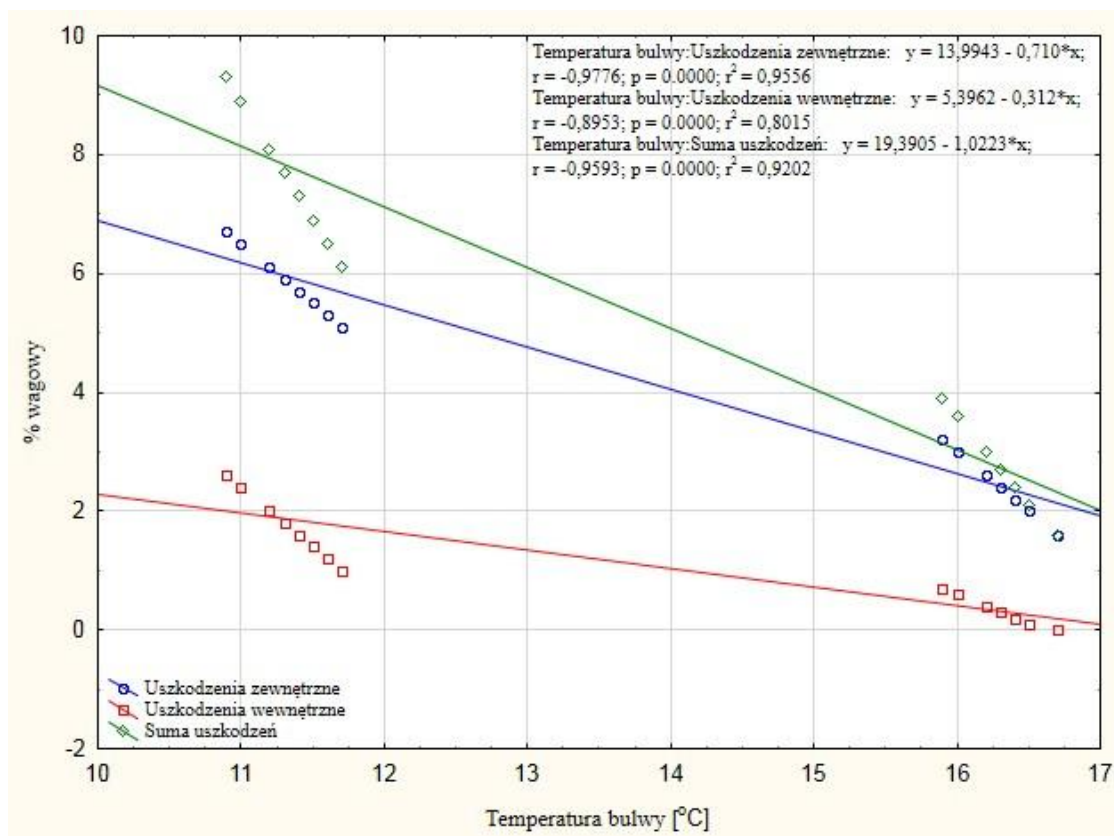
Wykres 138. Zależność między temperaturą bulwy a ilością uszkodzeń w % wagowych – odmiana Markies w roku 2011



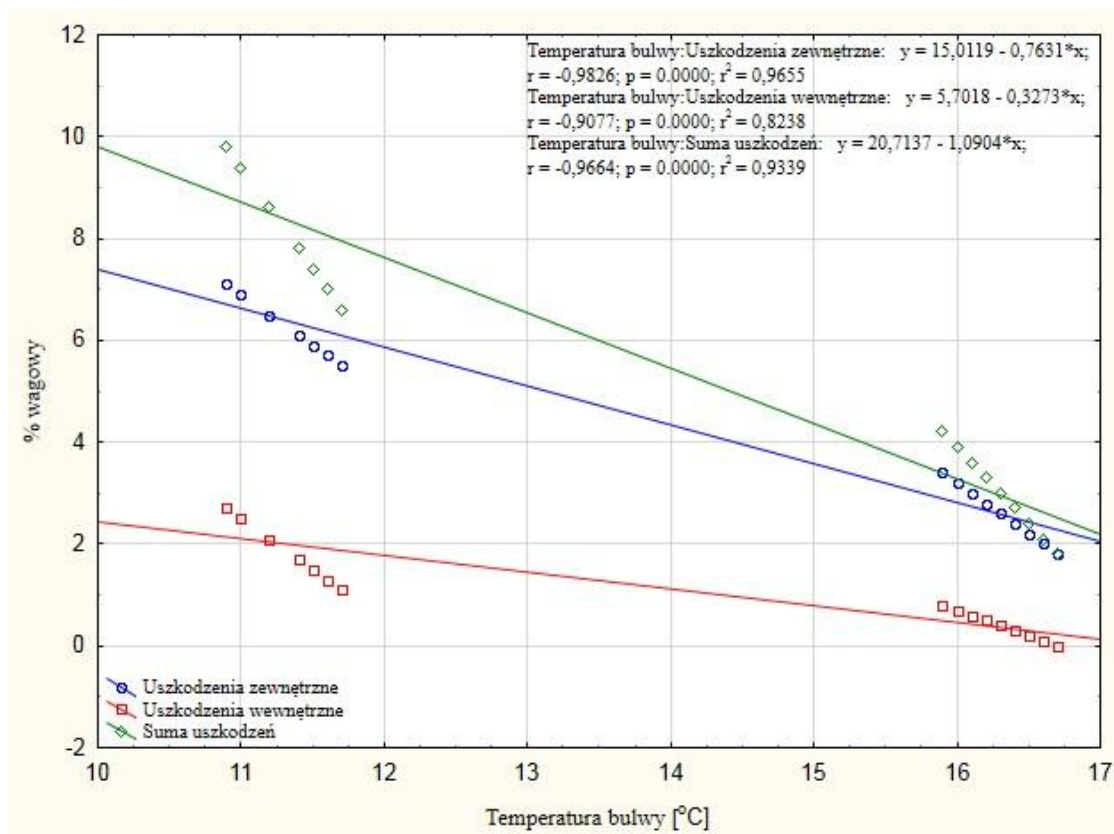
Wykres 139. Zależność między temperaturą bulwy a ilością uszkodzeń w % wagowych – odmiana Ramos w roku 2011



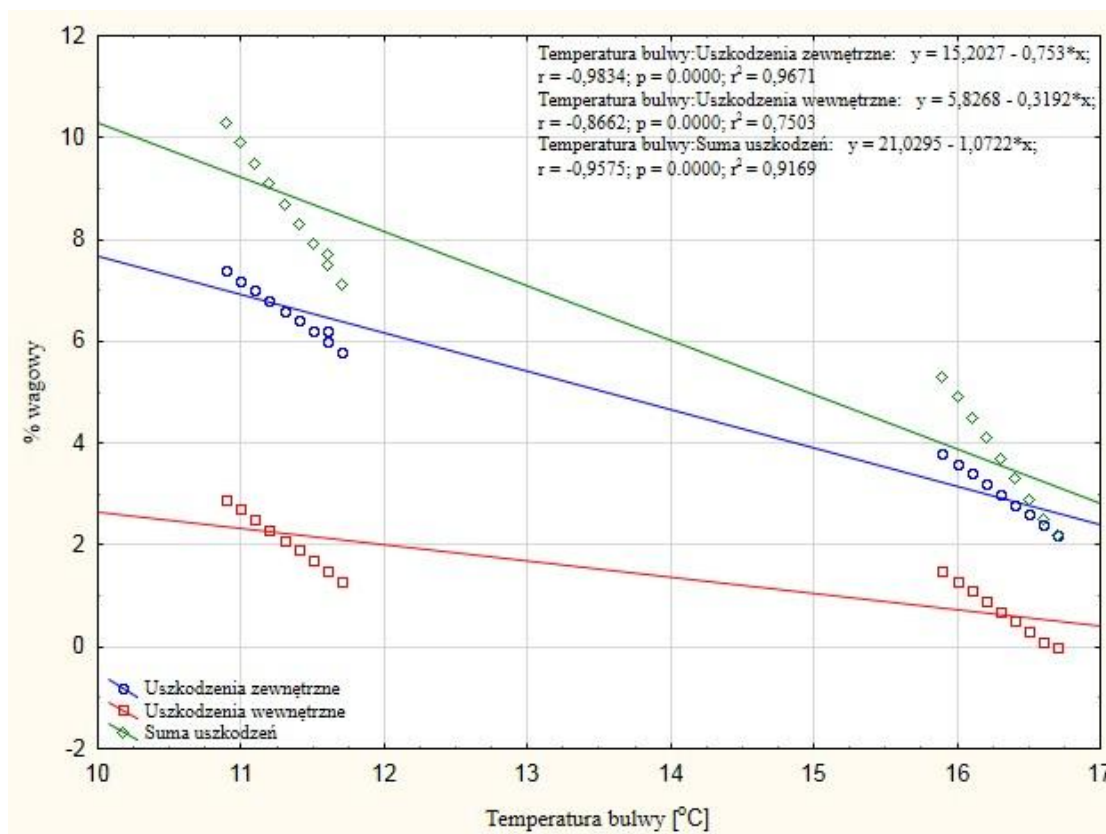
Wykres 140. Zależność między temperaturą bulwy a ilością uszkodzeń w % wagowych – odmiana Innovator w roku 2011



Wykres 141. Zależność między temperaturą bulwy a ilością uszkodzeń w % wagowych – odmiana Markies w roku 2012



Wykres 142. Zależność między temperaturą bulwy a ilością uszkodzeń w % wagowych – odmiana Ramos w roku 2012



Wykres 143. Zależność między temperaturą bulwy a ilością uszkodzeń w % wagowych – odmiana Innovator w roku 2012

## 6.2.2 Warunki gleby lekkiej – klasa IVa (P2)

Podobne zależności jak na plantacji 1 zaobserwowano na plantacji 2. Na tej plantacji stwierdzono również niższy udział bulw z uszkodzeniami zarówno zewnętrznymi jak i wewnętrznymi (wyk. 144 – 152) w porównaniu do plantacji 1. Różnice dla sum uszkodzeń u poszczególnych odmian w tych samych latach badań, w stosunku do ilości bulw uszkodzonych na plantacji 1, mieściły się w przedziale 0,4 – 0,8%. Stwierdzono także, że oprócz odmiany Markies, u odmiany Ramos w roku 2010 podczas zbioru w godzinach popołudniowych udział bulw z uszkodzeniami wewnętrznymi spadał do zera.

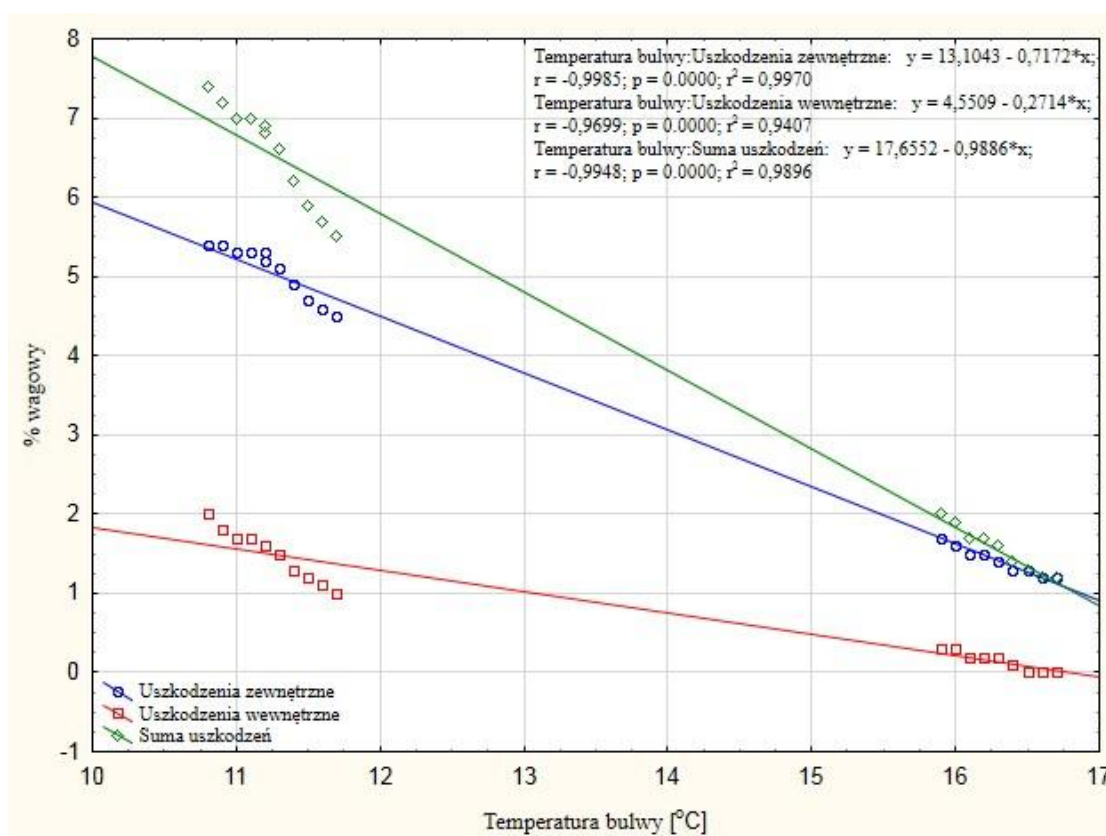
Stwierdzono, że wzrost temperatury bulwy o 1°C w latach badań:

- u odmiany Markies przy uszkodzeniach zewnętrznych powodował spadek bulw uszkodzonych od 0,71% do 0,78%, dla uszkodzeń wewnętrznych

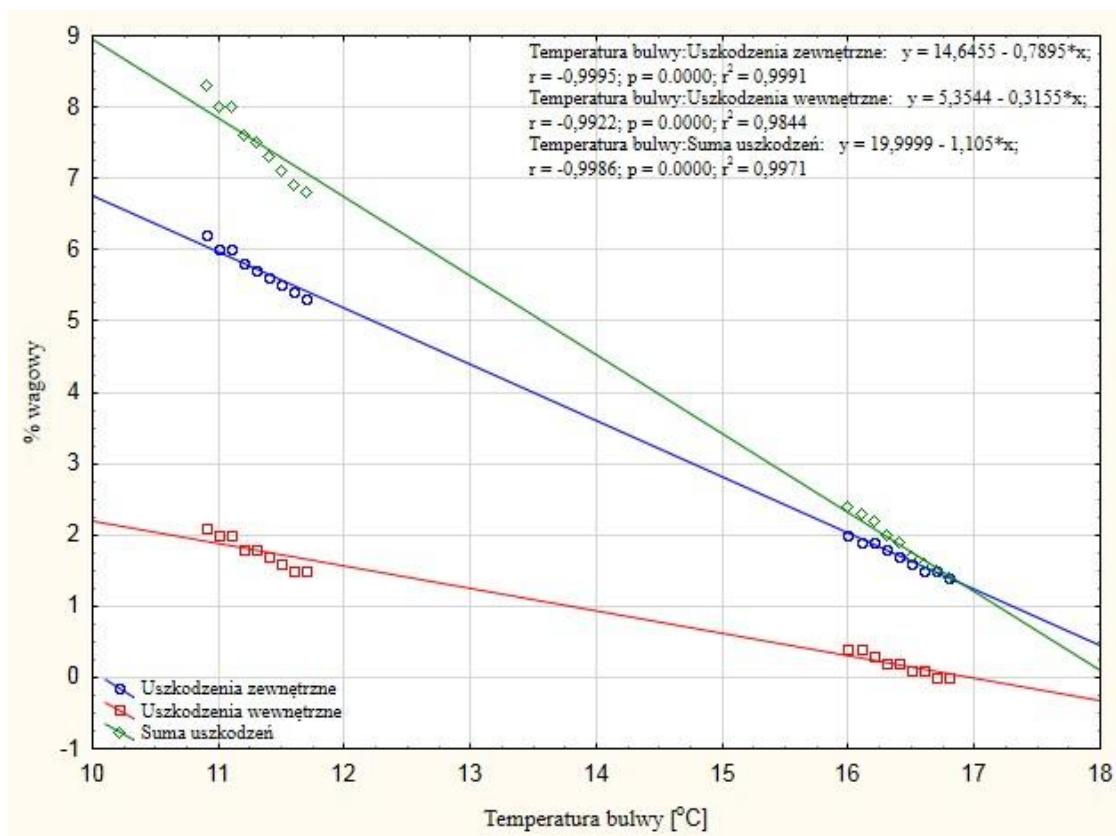


analogicznie – od 0,27% do 0,30% i dla sumy uszkodzeń – od 0,99% do 1,08% (wyk. 144, 147 i 150);

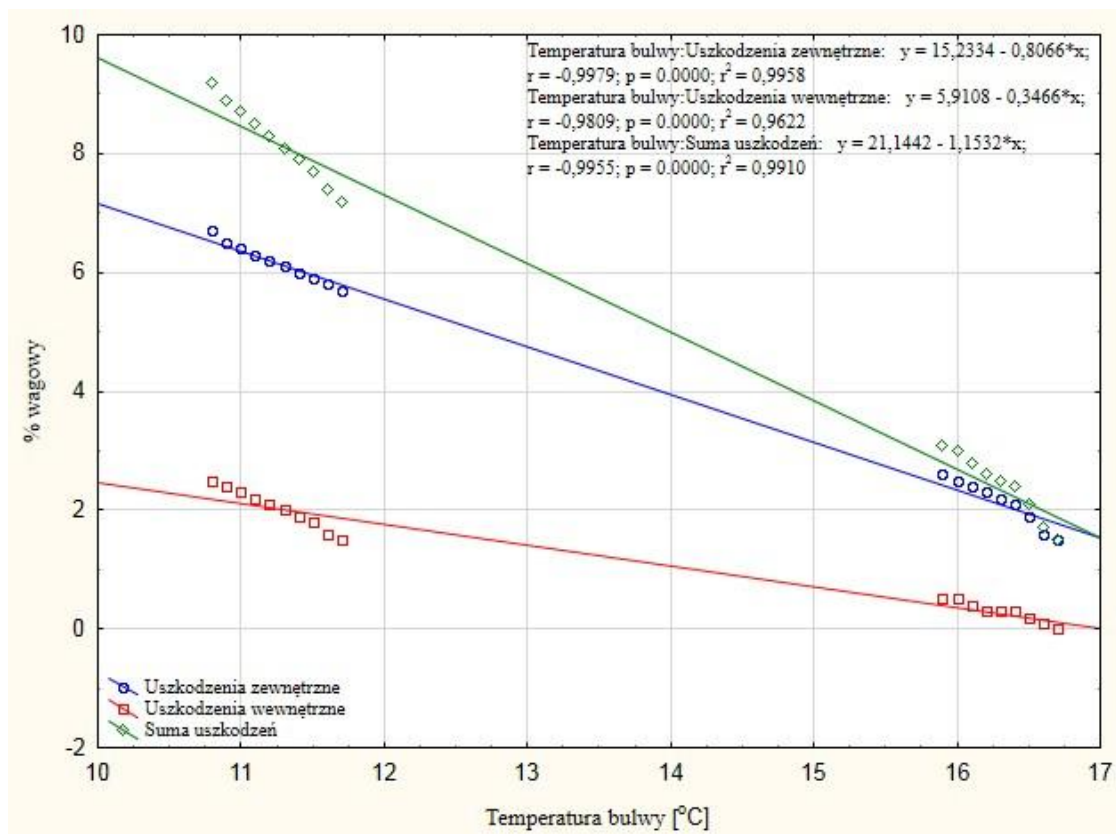
- u odmiany Ramos przy uszkodzeniach zewnętrznych powodował spadek bulw uszkodzonych o 0,79%, dla uszkodzeń wewnętrznych analogicznie – od 0,31% do 0,36% i dla sumy uszkodzeń – od 1,10% do 1,16% (wyk. 145, 148 i 151);
- u odmiany Innovator przy uszkodzeniach zewnętrznych powodował spadek bulw uszkodzonych od 0,80% do 0,81%, dla uszkodzeń wewnętrznych analogicznie – od 0,34% do 0,40% i dla sumy uszkodzeń – od 1,15% do 1,22% (wyk. 146, 149 i 152).



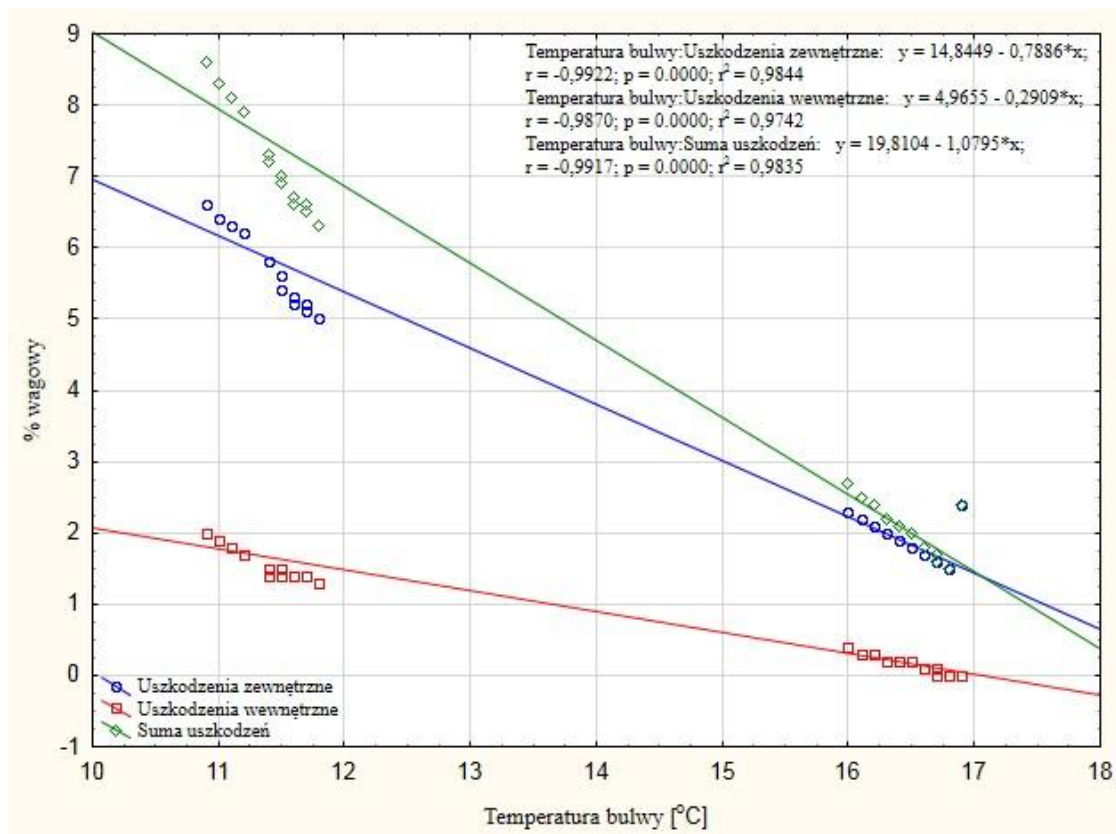
Wykres 144. Zależność między temperaturą bulwy a ilością uszkodzeń w % wagowych – odmiana Markies w roku 2010



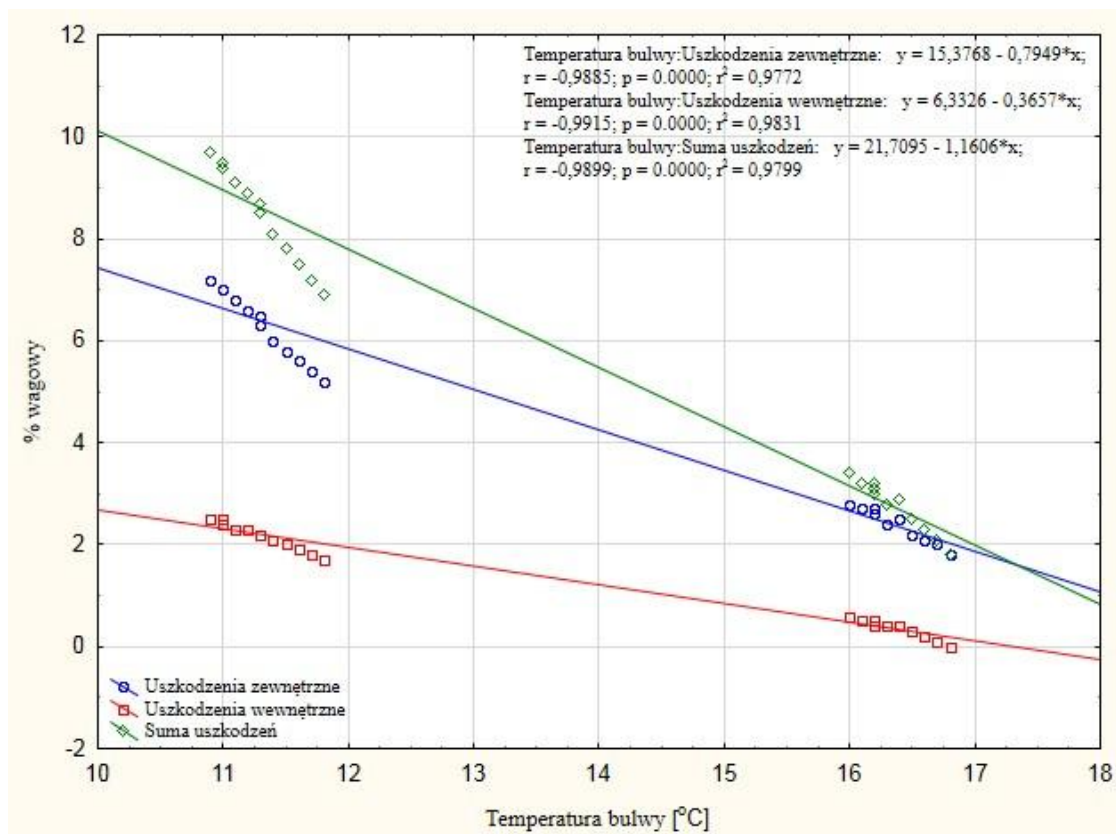
Wykres 145. Zależność między temperaturą bulwy a ilością uszkodzeń w % wagowych – odmiana Ramos w roku 2010



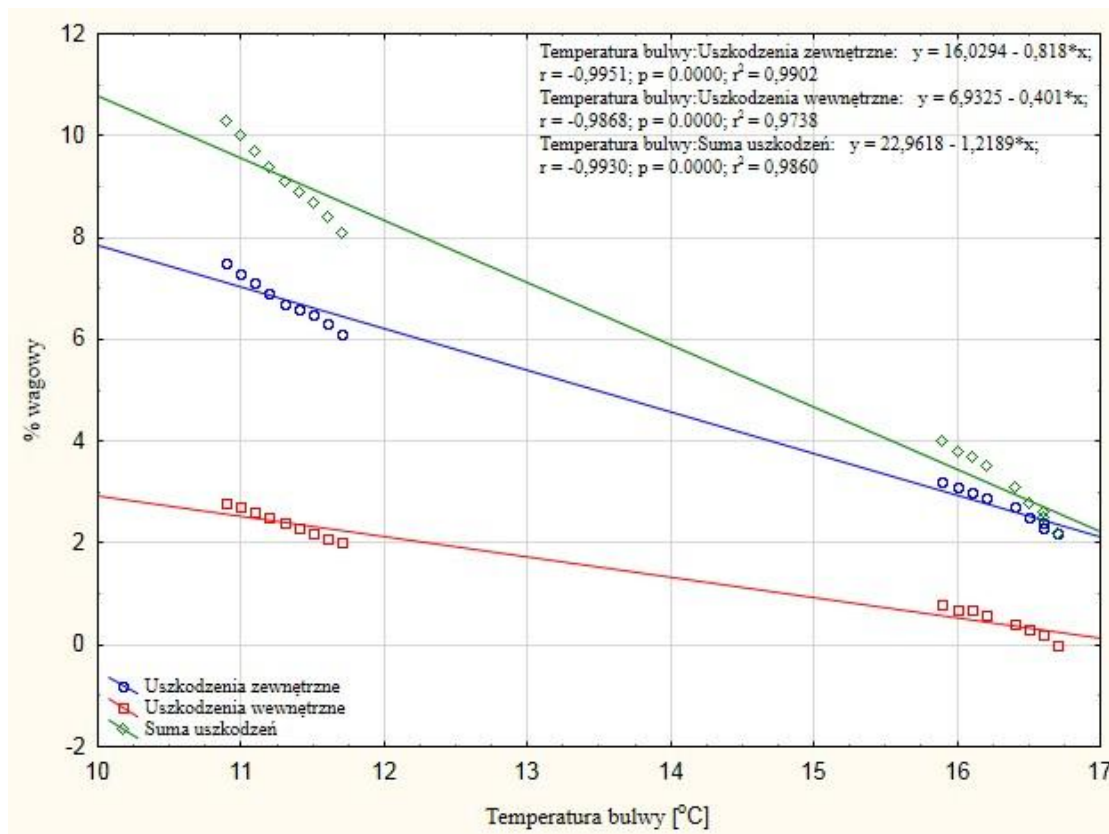
Wykres 146. Zależność między temperaturą bulwy a ilością uszkodzeń w % wagowych – odmiana Innovator w roku 2010



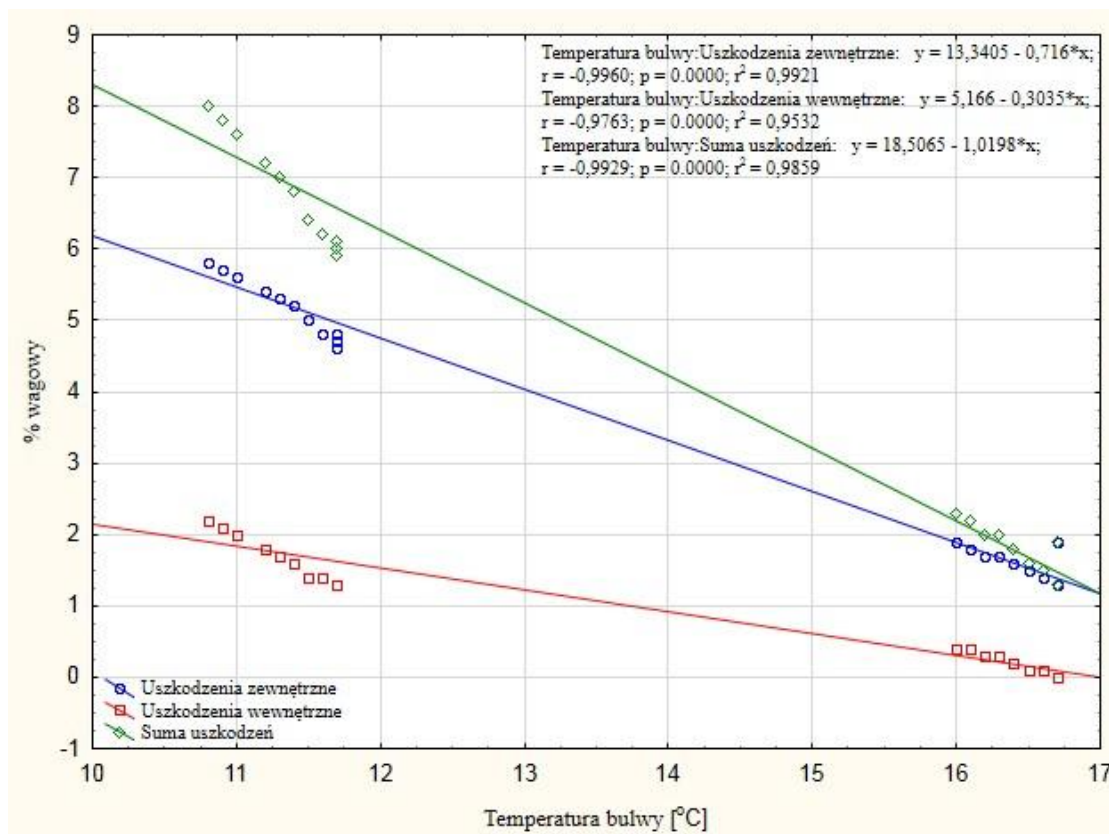
Wykres 147. Zależność między temperaturą bulwy a ilością uszkodzeń w % wagowych – odmiana Markies w roku 2011



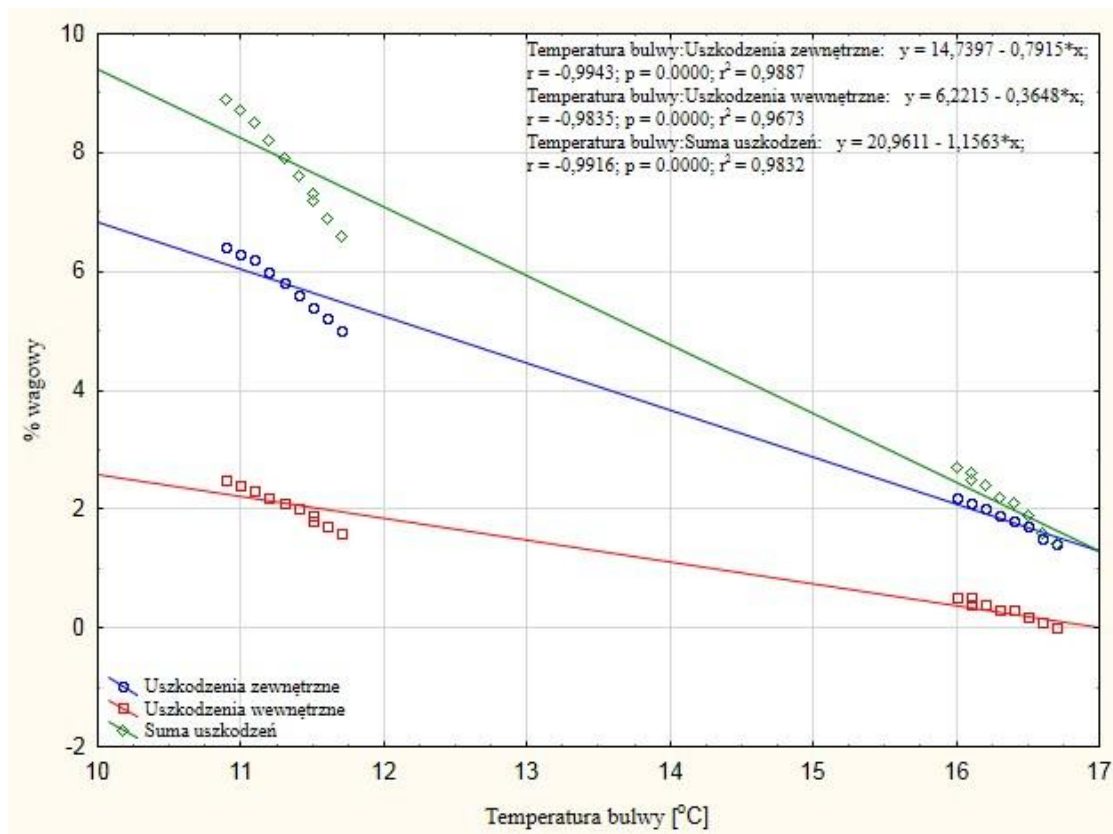
Wykres 148. Zależność między temperaturą bulwy a ilością uszkodzeń w % wagowych – odmiana Ramos w roku 2011



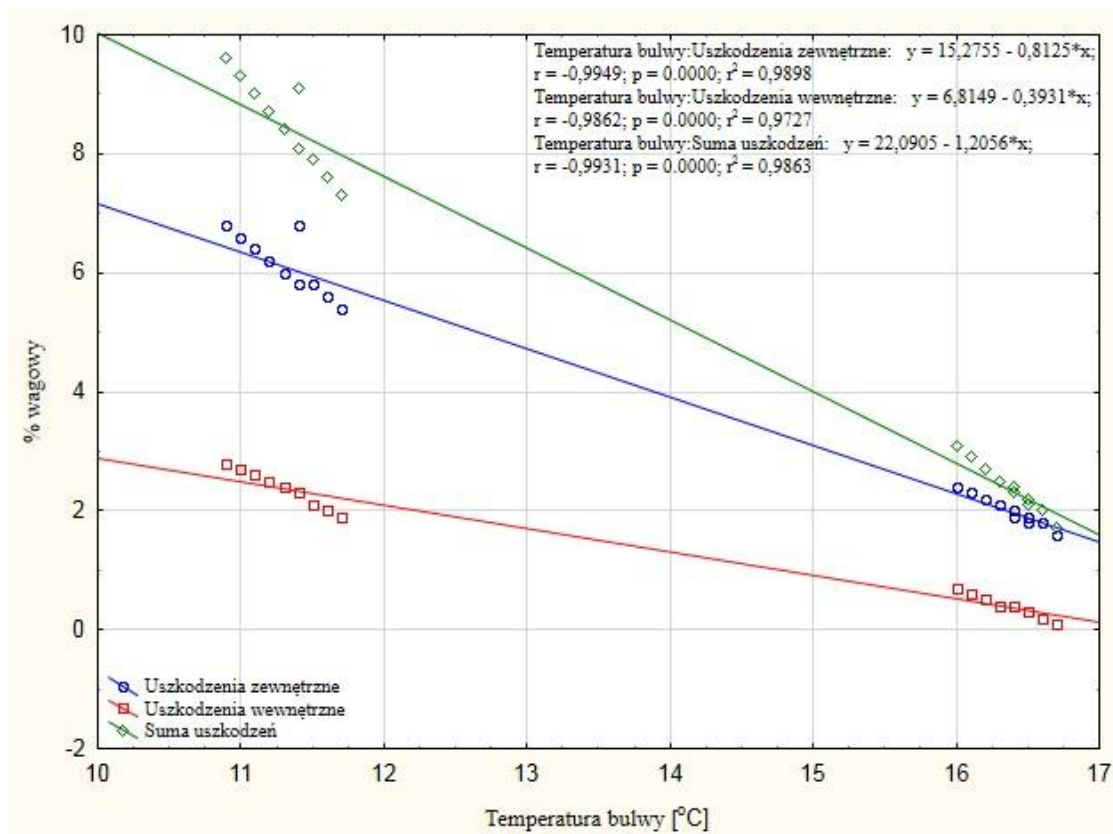
Wykres 149. Zależność między temperaturą bulwy a ilością uszkodzeń w % wagowych – odmiana Innovator w roku 2011



Wykres 150. Zależność między temperaturą bulwy a ilością uszkodzeń w % wagowych – odmiana Markies w roku 2012



Wykres 151. Zależność między temperaturą bulwy a ilością uszkodzeń w % wagowych – odmiana Ramos w roku 2012



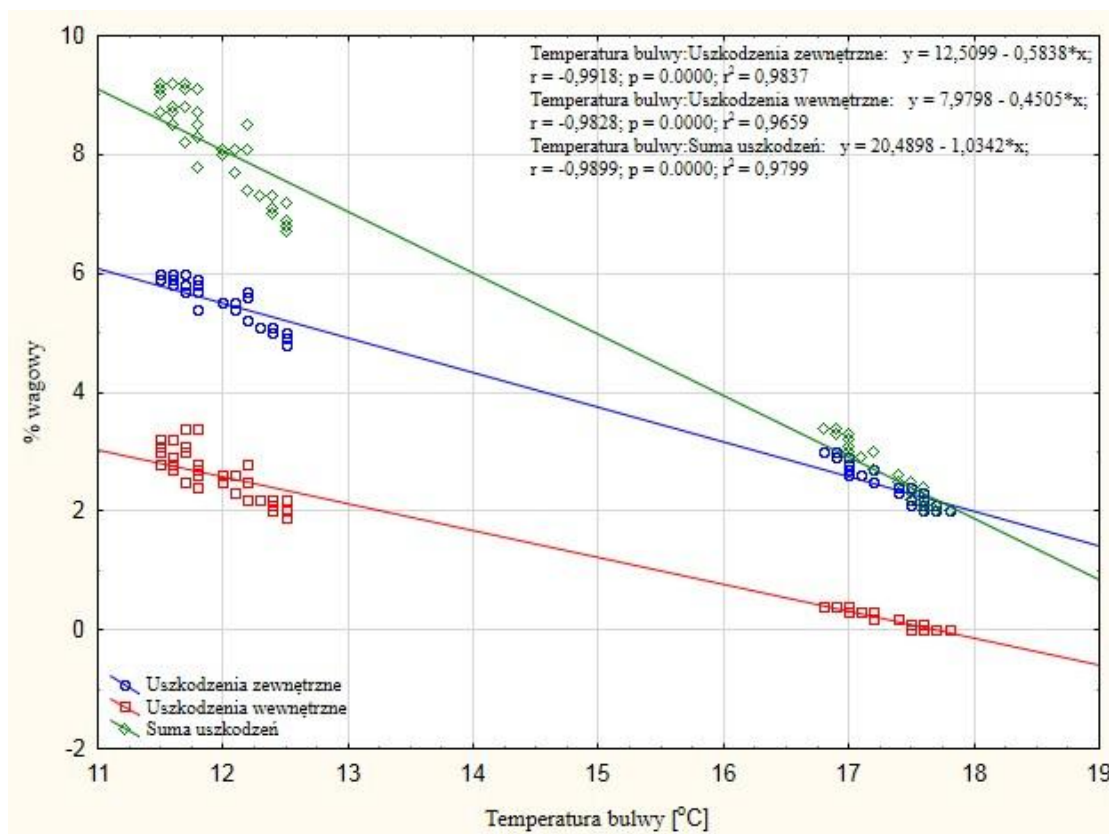
Wykres 152. Zależność między temperaturą bulwy a ilością uszkodzeń w % wagowych – odmiana Innovator w roku 2012

### 6.2.3 Warunki gleby ciężkiej – klasa II (P3)

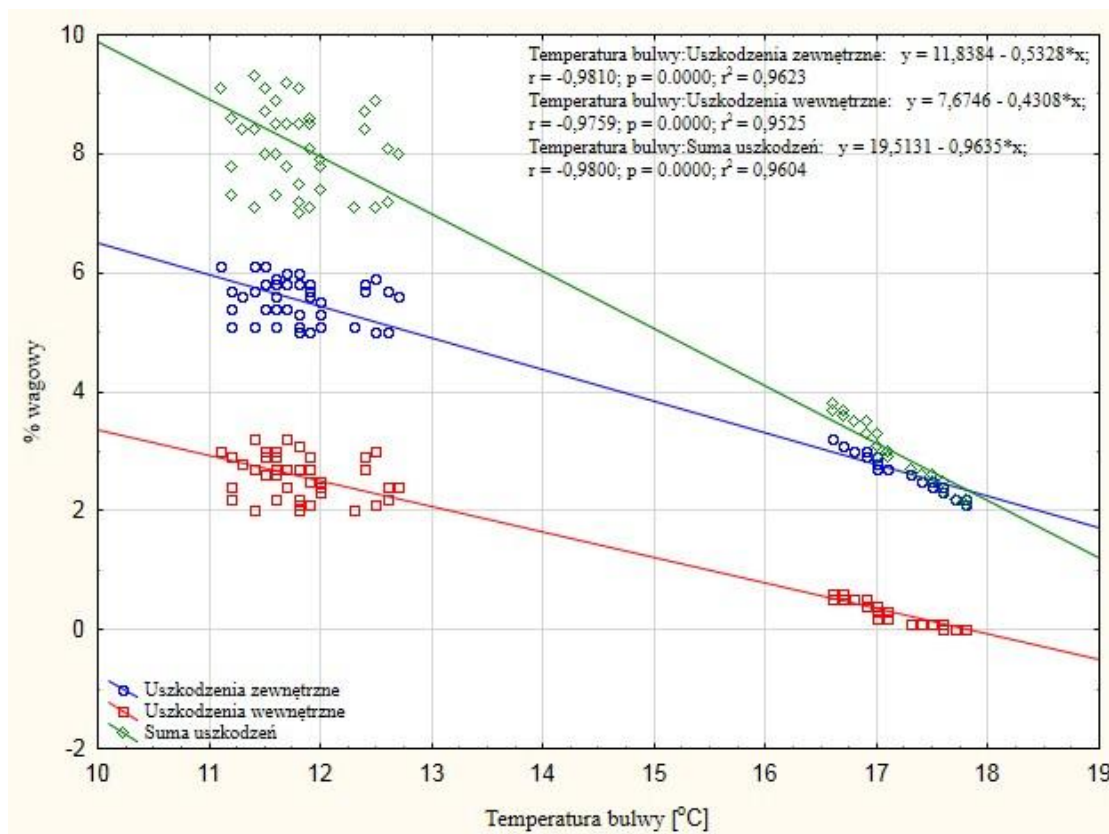
Na glebie klasy II w latach 2011 i 2012 stwierdzono podobne zależności jak na poprzednich plantacjach. Również rok 2011 okazał się rokiem mniej korzystnym, odnośnie ilości uszkodzeń mechanicznych, do uprawy ziemniaka w porównaniu do roku 2012 (wyk. 153 – 158). Suma uszkodzeń w roku 2011 w porównaniu do 2012, dla poszczególnych odmian była wyższa od 0,2 do 0,5%.

Stwierdzono, że wzrost temperatury bulwy o 1°C w latach badań:

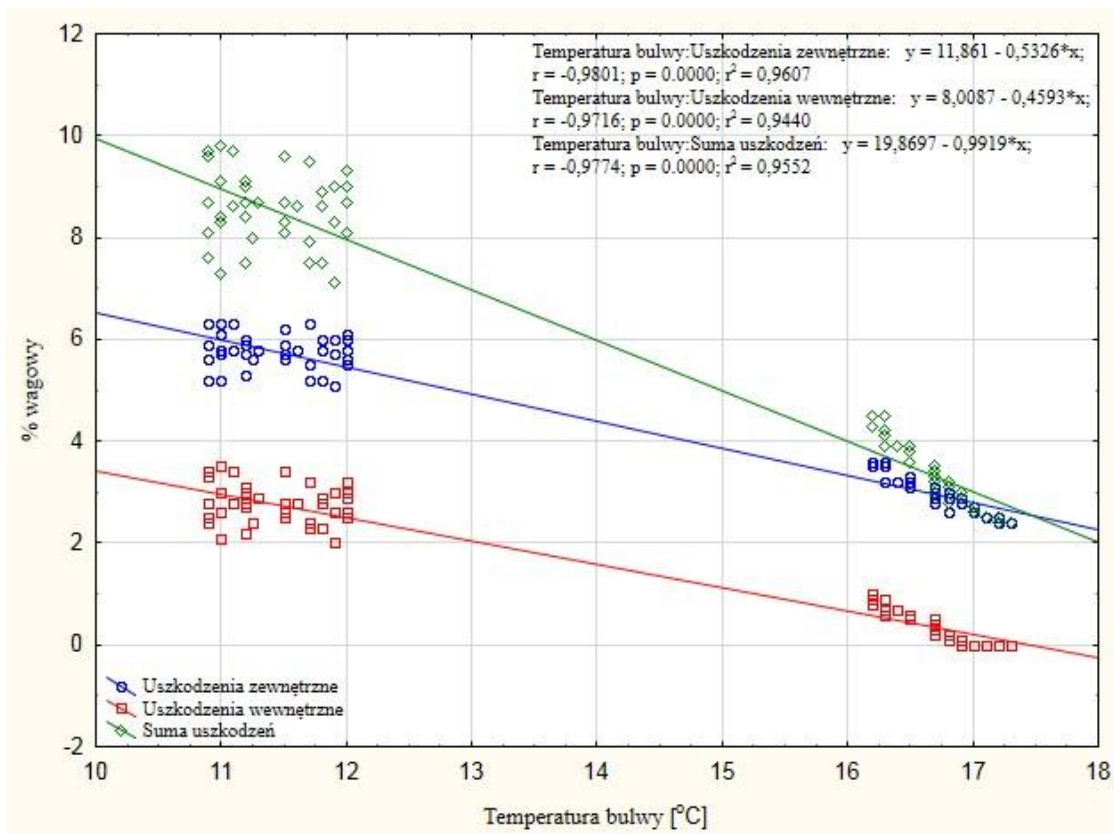
- u odmiany Markies przy uszkodzeniach zewnętrznych powodował spadek bulw uszkodzonych od 0,58% do 0,62%, dla uszkodzeń wewnętrznych analogicznie – od 0,40% do 0,45% i dla sumy uszkodzeń – od 0,99% do 1,03% (wyk. 153 i 156);
- u odmiany Ramos przy uszkodzeniach zewnętrznych powodował spadek bulw uszkodzonych od 0,53% do 0,63%, dla uszkodzeń wewnętrznych analogicznie – o 0,43% i dla sumy uszkodzeń – od 0,96% do 1,06% (wyk. 154 i 157);
- u odmiany Innovator przy uszkodzeniach zewnętrznych powodował spadek bulw uszkodzonych od 0,53% do 0,54%, dla uszkodzeń wewnętrznych analogicznie – od 0,44% do 0,46% i dla sumy uszkodzeń – od 0,98% do 0,99% (wyk. 155 i 158).



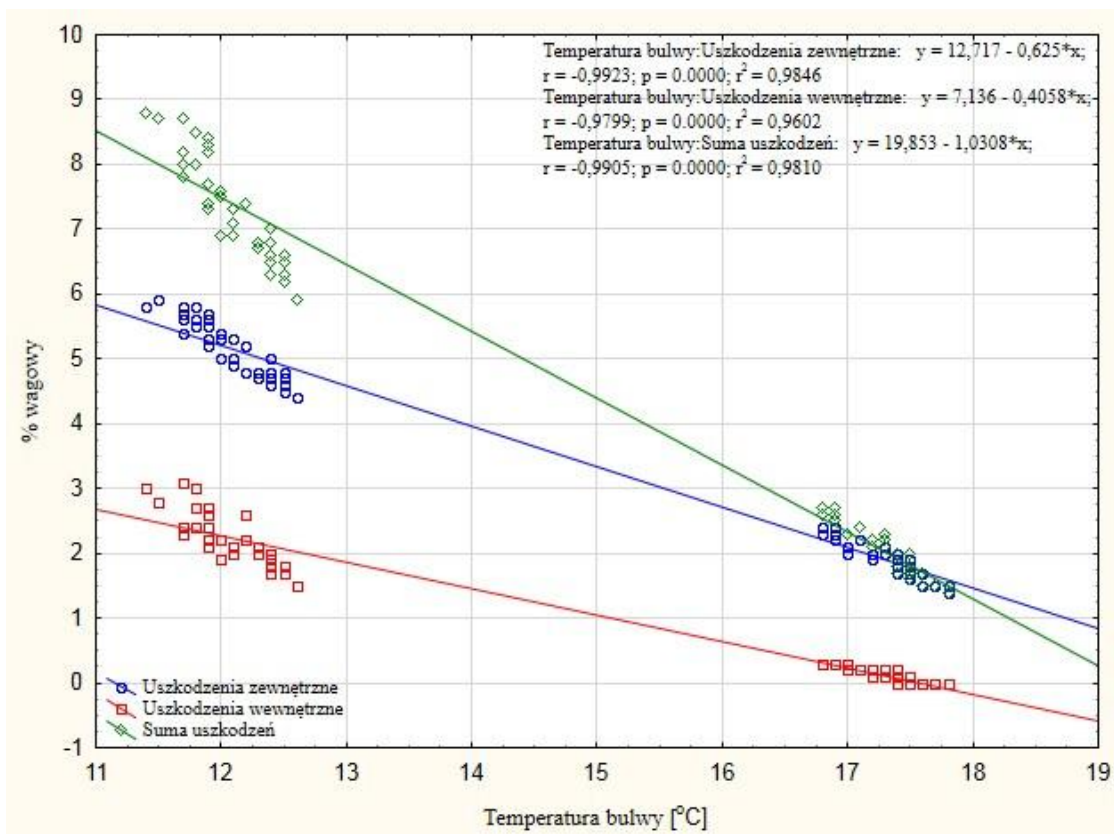
Wykres 153. Zależność między temperaturą bulwy a ilością uszkodzeń w % wagowych – odmiana Markies w roku 2011



Wykres 154. Zależność między temperaturą bulwy a ilością uszkodzeń w % wagowych – odmiana Ramos w roku 2011

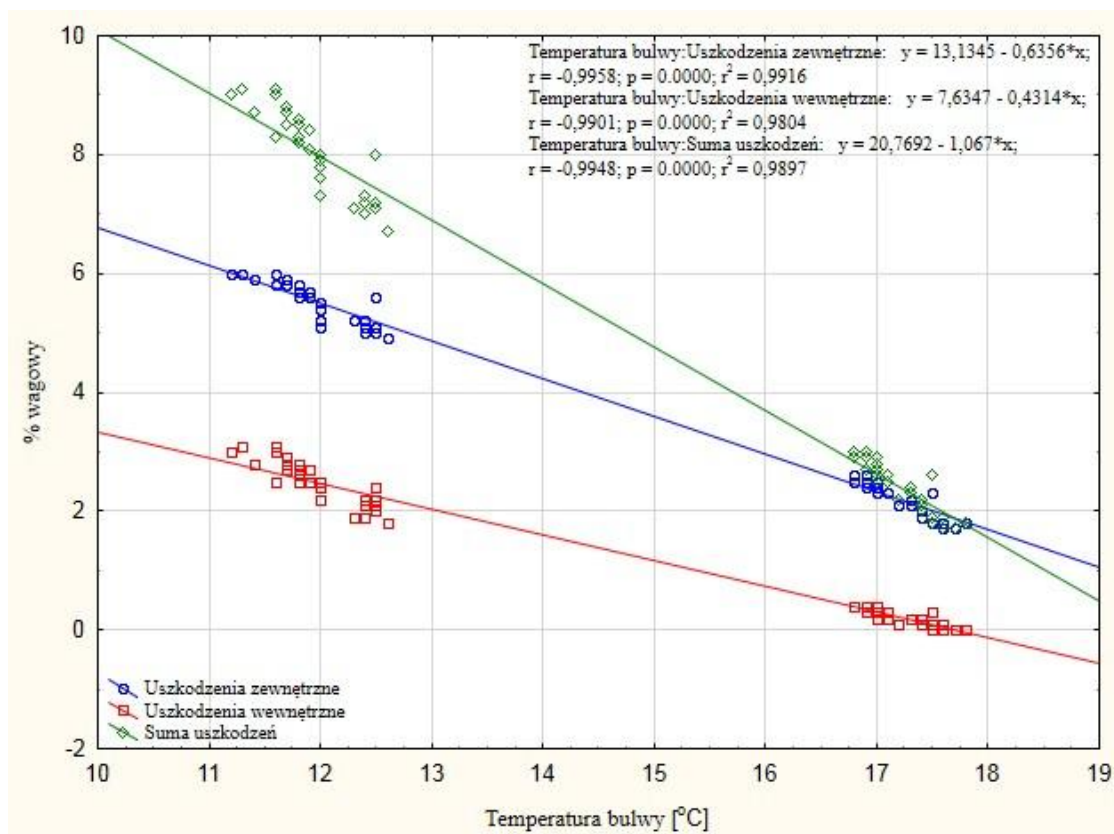


Wykres 155. Zależność między temperaturą bulwy a ilością uszkodzeń w % wagowych – odmiana Innovator w roku 2011

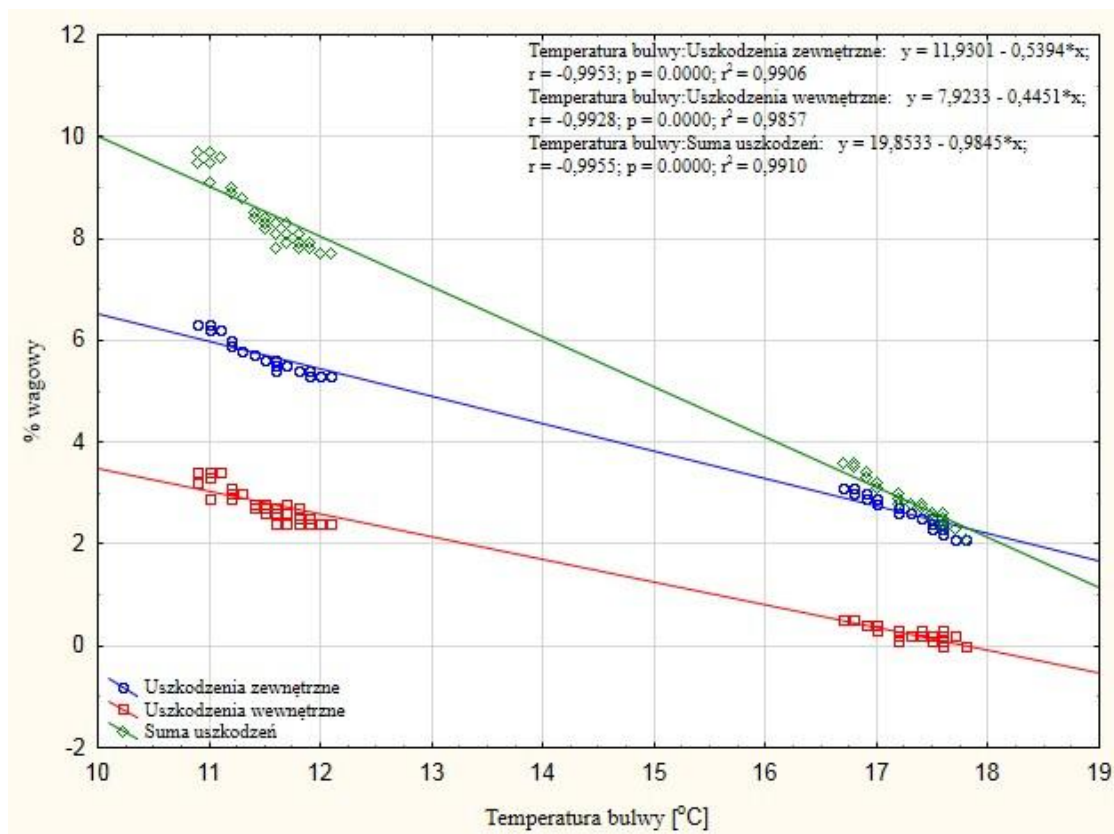


Wykres 156. Zależność między temperaturą bulwy a ilością uszkodzeń w % wagowych – odmiana Markies w roku 2012





Wykres 157. Zależność między temperaturą bulwy a ilością uszkodzeń w % wagowych – odmiana Ramos w roku 2012



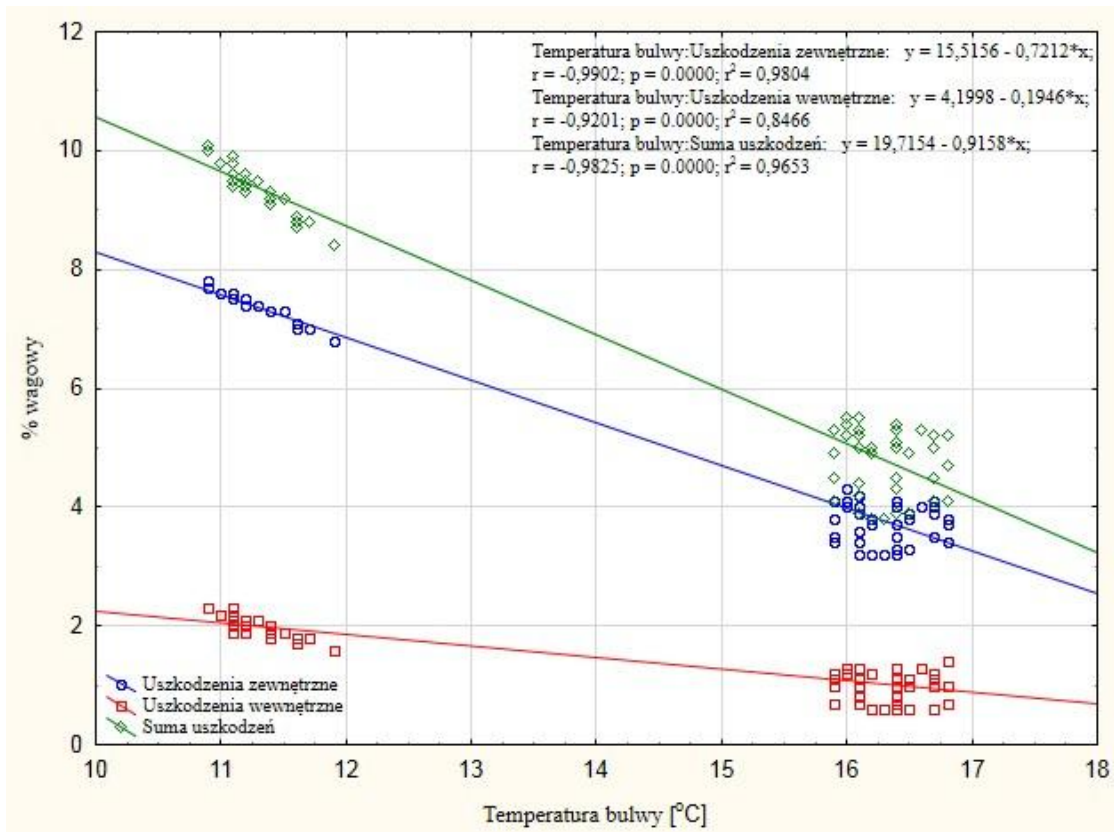
Wykres 158. Zależność między temperaturą bulwy a ilością uszkodzeń w % wagowych – odmiana Innovator w roku 2012

#### 6.2.4 Warunki gleby ciężkiej – klasa IIIb (P4)

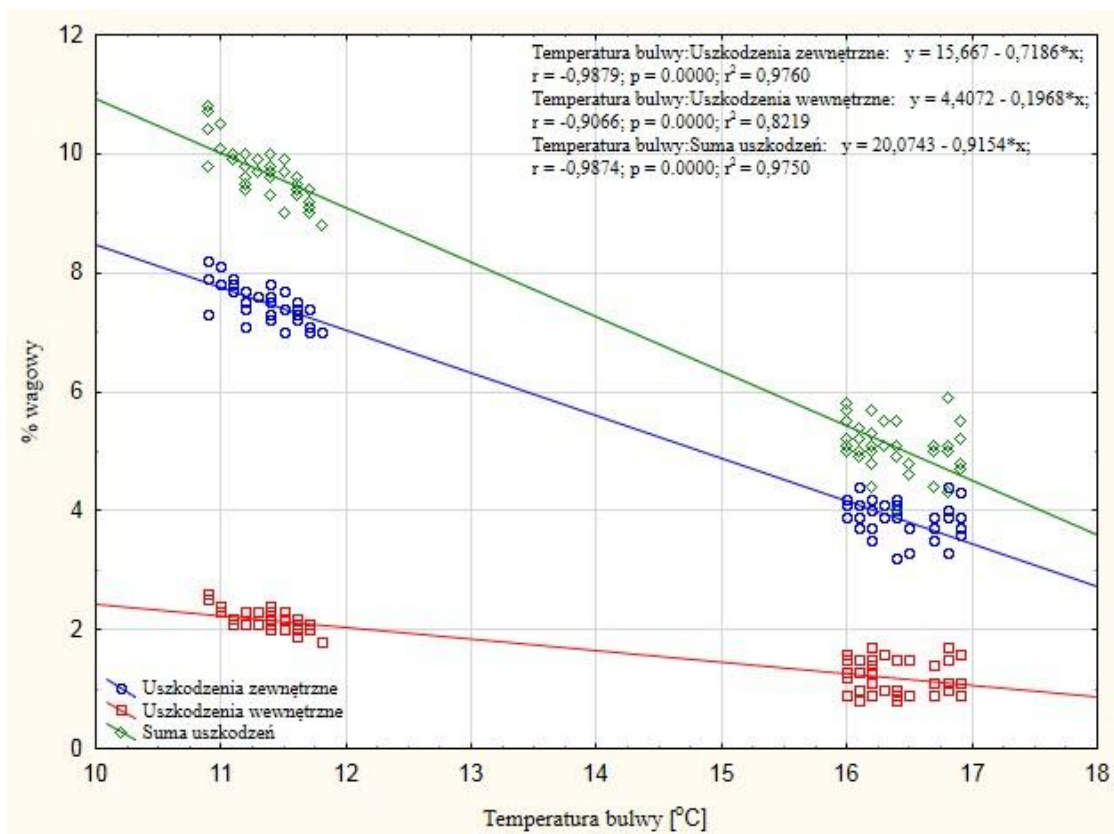
Na plantacji 4 stwierdzono te same zależności (wyk. 159 – 164), co na plantacji 3. W warunkach gleby ciężkiej – klasy IIIb odmiana Innovator, także okazała się odmianą najbardziej podatną na uszkodzenia mechaniczne, a najbardziej odporną – odmiana Markies.

Stwierdzono, że wzrost temperatury bulwy o 1°C w latach badań:

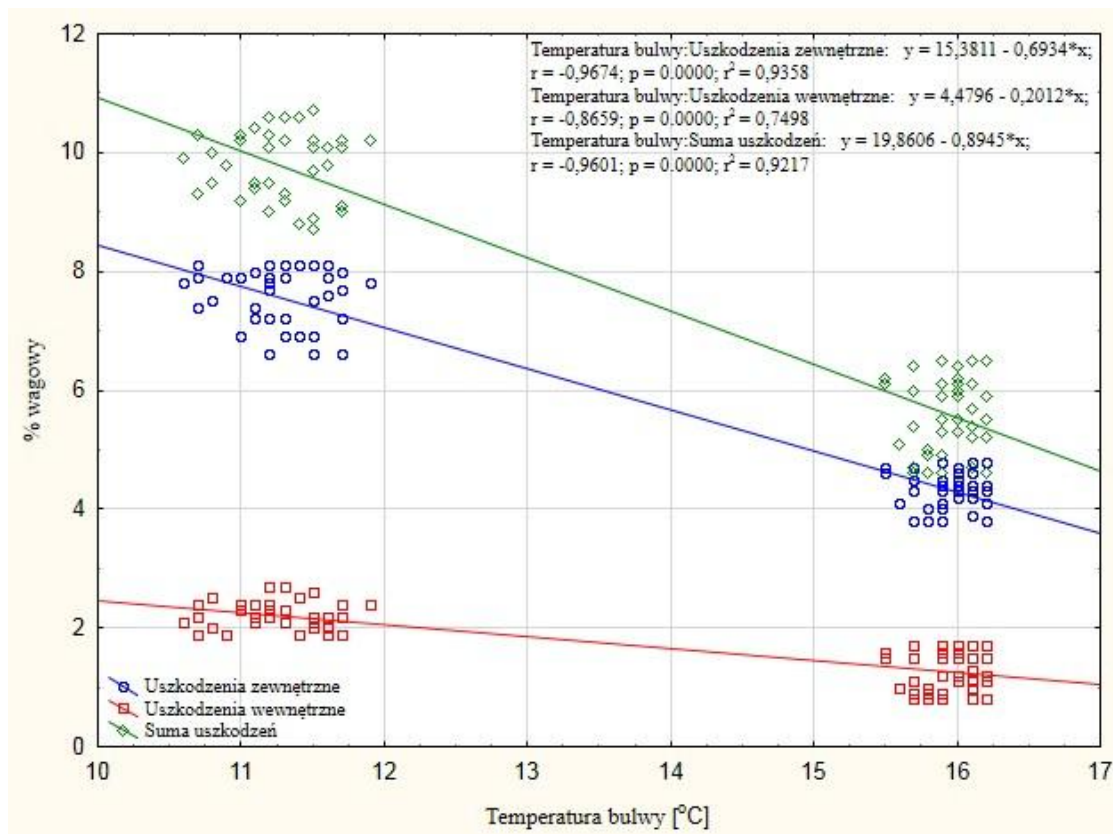
- u odmiany Markies przy uszkodzeniach zewnętrznych powodował spadek bulw uszkodzonych od 0,69% do 0,72%, dla uszkodzeń wewnętrznych analogicznie – od 0,19% do 0,20% i dla sumy uszkodzeń – od 0,89% do 0,91% (wyk. 159 i 162);
- u odmiany Ramos przy uszkodzeniach zewnętrznych powodował spadek bulw uszkodzonych od 0,72% do 0,77%, dla uszkodzeń wewnętrznych analogicznie – o 0,20% i dla sumy uszkodzeń – od 0,91% do 0,96% (wyk. 160 i 163);
- u odmiany Innovator przy uszkodzeniach zewnętrznych powodował spadek bulw uszkodzonych od 0,69% do 0,82%, dla uszkodzeń wewnętrznych analogicznie – od 0,20% do 0,22% i dla sumy uszkodzeń – od 0,89% do 1,04% (wyk. 161 i 164).



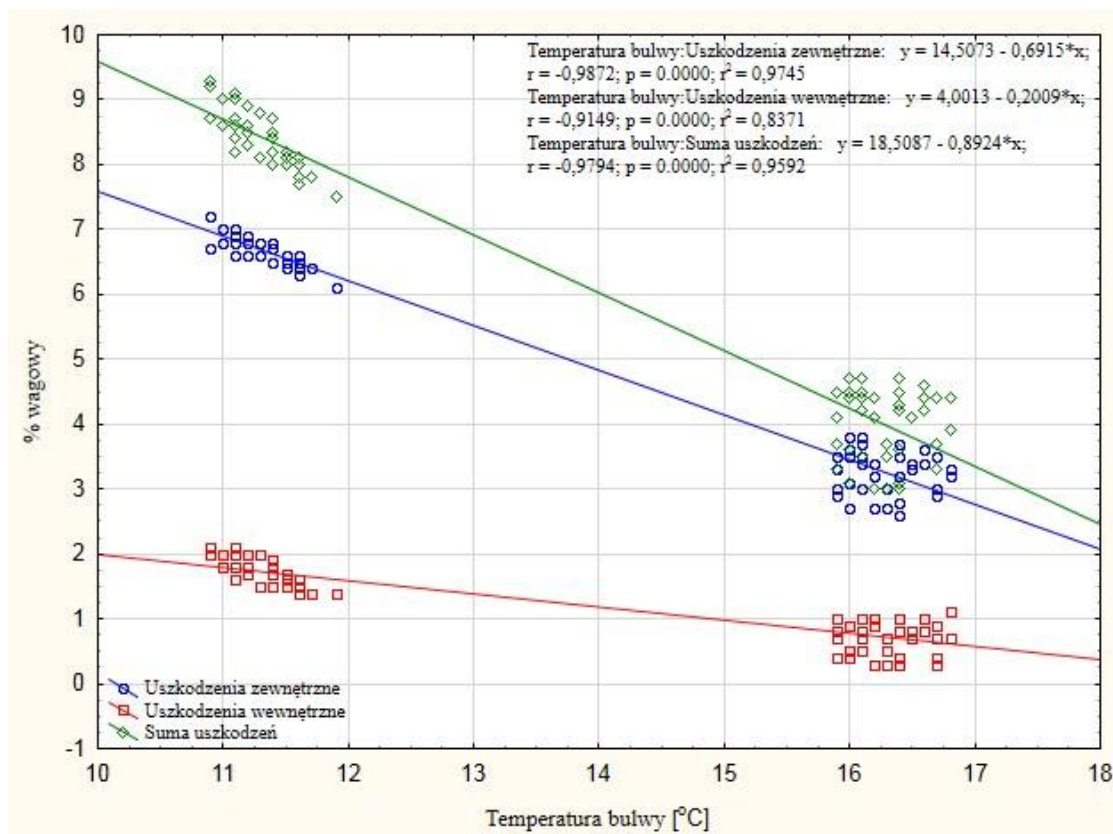
Wykres 159. Zależność między temperaturą bulwy a ilością uszkodzeń w % wagowych – odmiana Markies w roku 2011



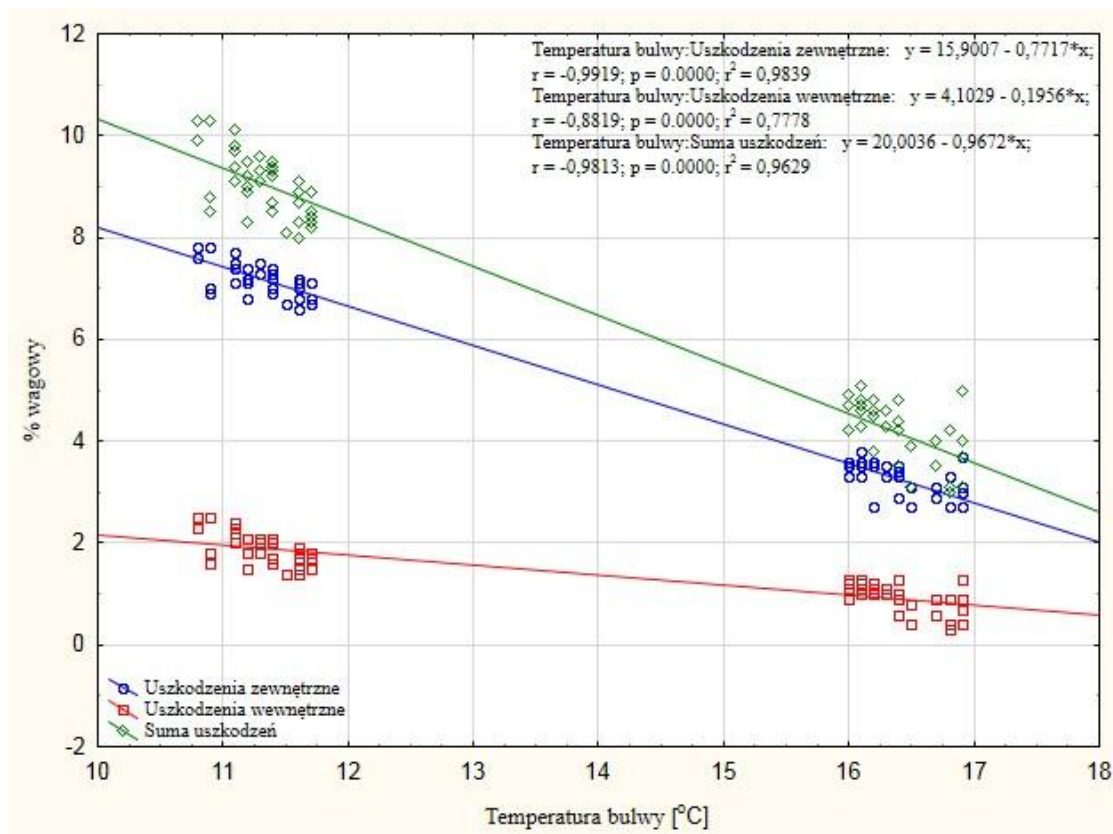
Wykres 160. Zależność między temperaturą bulwy a ilością uszkodzeń w % wagowych – odmiana Ramos w roku 2011



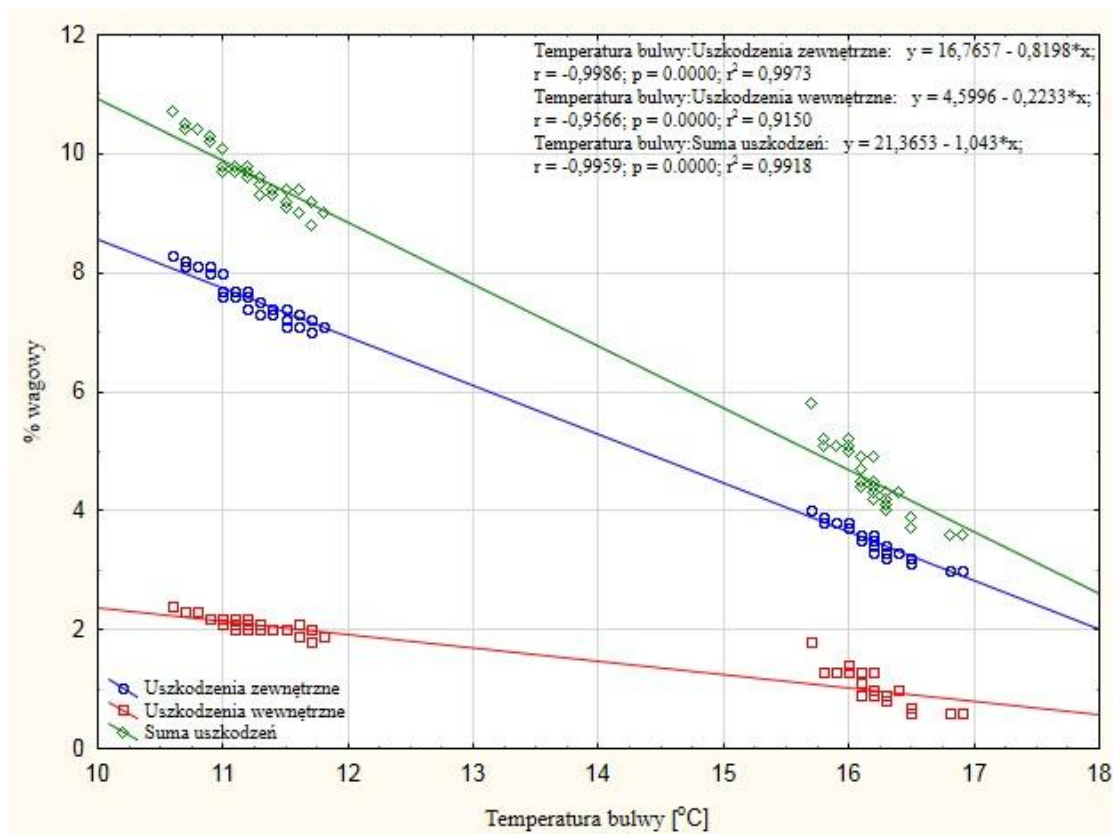
Wykres 161. Zależność między temperaturą bulwy a ilością uszkodzeń w % wagowych – odmiana Innovator w roku 2011



Wykres 162. Zależność między temperaturą bulwy a ilością uszkodzeń w % wagowych – odmiana Markies w roku 2012



Wykres 163. Zależność między temperaturą bulwy a ilością uszkodzeń w % wagowych – odmiana Ramos w roku 2012



Wykres 164. Zależność między temperaturą bulwy a ilością uszkodzeń w % wagowych – odmiana Innovator w roku 2012

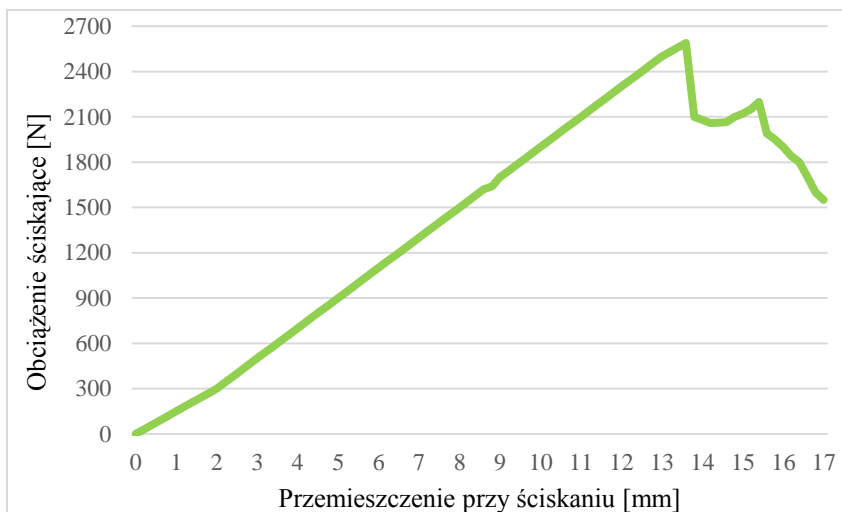
## 6.3 Analizy tkankowe i laboratoryjne

### 6.3.1 Obciążenia krytyczne

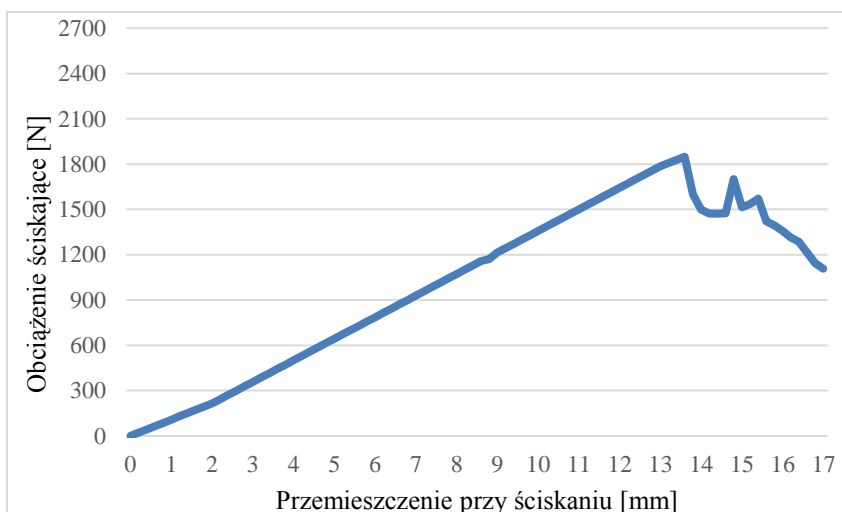
Na podstawie badań wytrzymałościowych bulw każdej z odmian wyznaczono przeciętne obciążenie krytyczne, tzn. takie, pod wpływem, którego tkanka ziemniaka zostaje trwale zniszczona – następuje przemieszczenie komórek. Na wykresach 165 – 173 przedstawiono obciążenie krytyczne, pod wpływem, którego dochodzi do przerwania struktury komórkowej bulwy. Analizy wykonano dla bulw ze zbioru bezpośredniego oraz po dwóch i czterech miesiącach przechowywania.

Najbardziej wytrzymałą w próbie ściskania okazała się odmiana Markies (wyk. 165 – 167). Materiał roślinny tej odmiany badany bezpośrednio po zbiorze ulegał trwałemu odkształceniu (zniszczenie struktury komórkowej) przy obciążeniu ściskającym rzędu 2600 N. W miarę upływu okresu przechowywania bulwy stawały się mniej odporne na ściskanie i po dwóch miesiącach były trwale uszkodzane przy obciążeniu równym 1800 N, a po czterech miesiącach składowania – 1550 N.

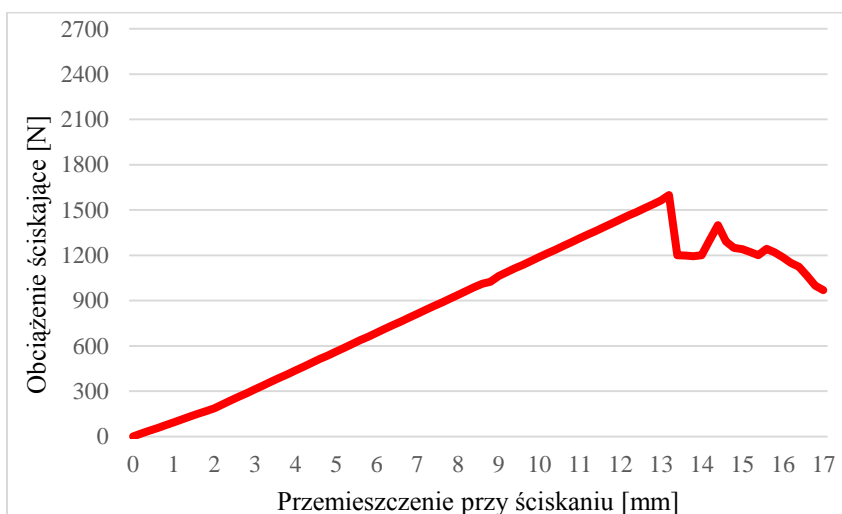
Podobne zależności odnotowano u pozostałych odmian, tj. Ramos oraz Innovator. Odmiana Innovator okazała się najmniej odporną na ściskanie statyczne i była trwale uszkodzana już przy obciążeniu kolejno 1800, 1500 i 1200 N (wyk. 171 – 173). Odmiana Ramos w odniesieniu do pozostałych odmian wykazywała się średnią odpornością na ściskanie i w jej przypadku obciążenie statyczne trwale niszczące strukturę komórkową wynosiło kolejno 2150, 1750 i 1400 N (wyk. 168 – 170).



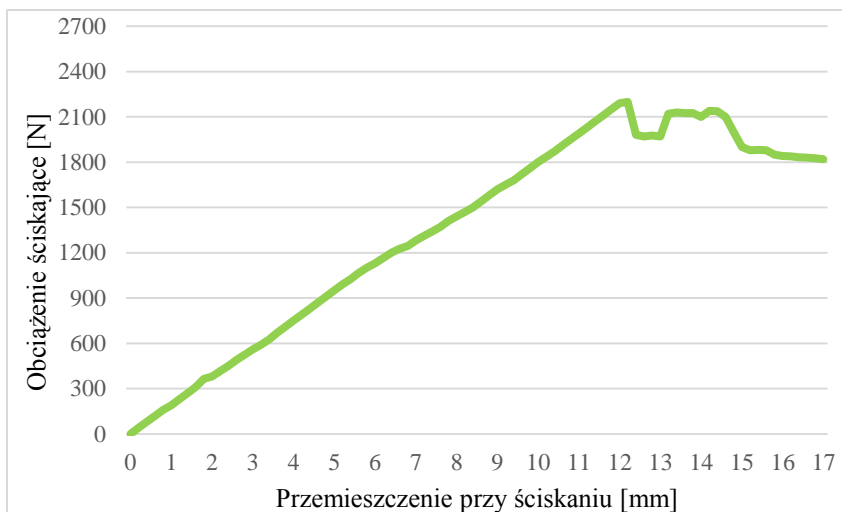
Wykres 165. Zależność między statyczną siłą obciążającą a ugięciem bulwy odmiany Markies, po zbiorze



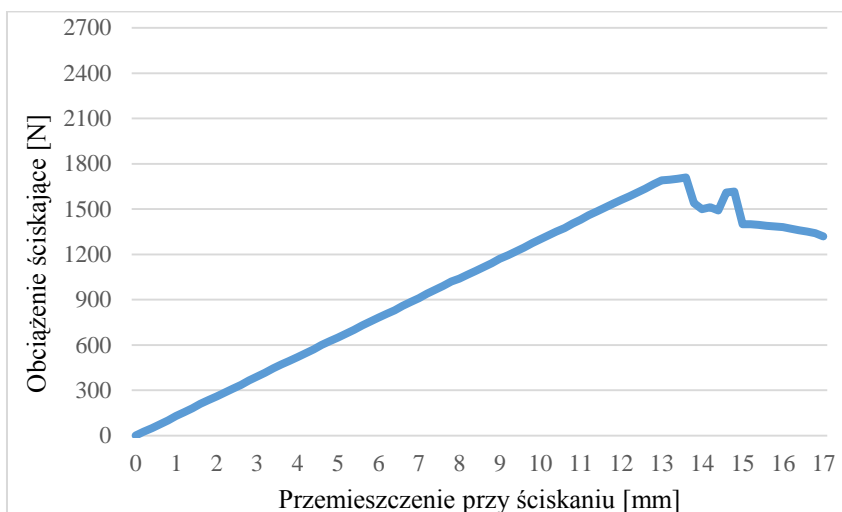
Wykres 166. Zależność między statyczną siłą obciążającą a ugięciem bulwy odmiany Markies, po 2 miesiącach przechowywania



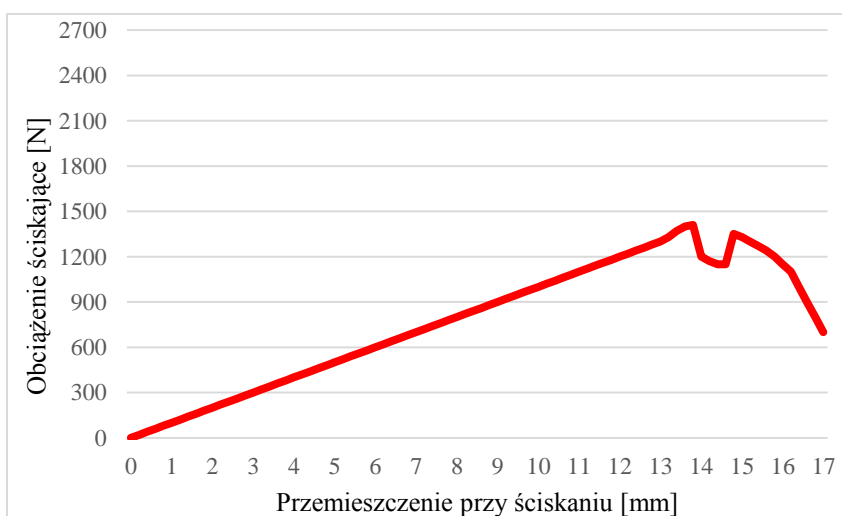
Wykres 167. Zależność między statyczną siłą obciążającą a ugięciem bulwy odmiany Markies, po 4 miesiącach przechowywania



Wykres 168. Zależność między statyczną siłą obciążającą a ugięciem bulwy odmiany Ramos, po zbiorze

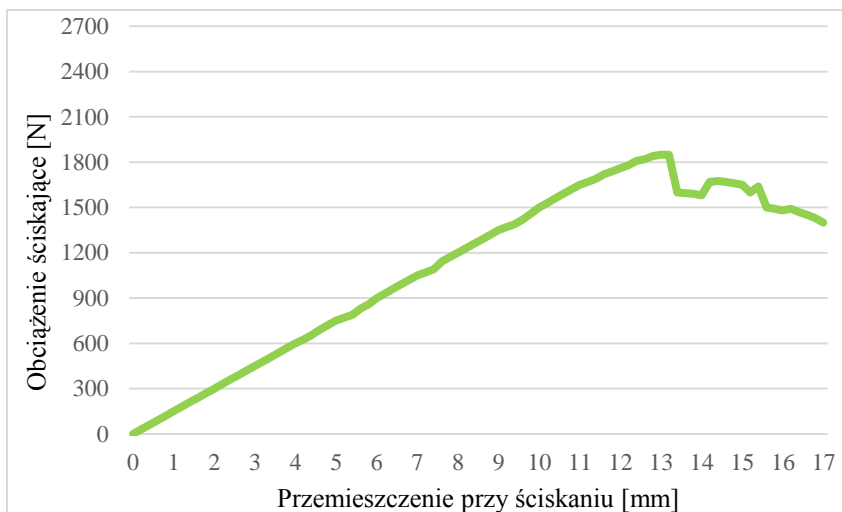


Wykres 169. Zależność między statyczną siłą obciążającą a ugięciem bulwy odmiany Ramos, po 2 miesiącach przechowywania

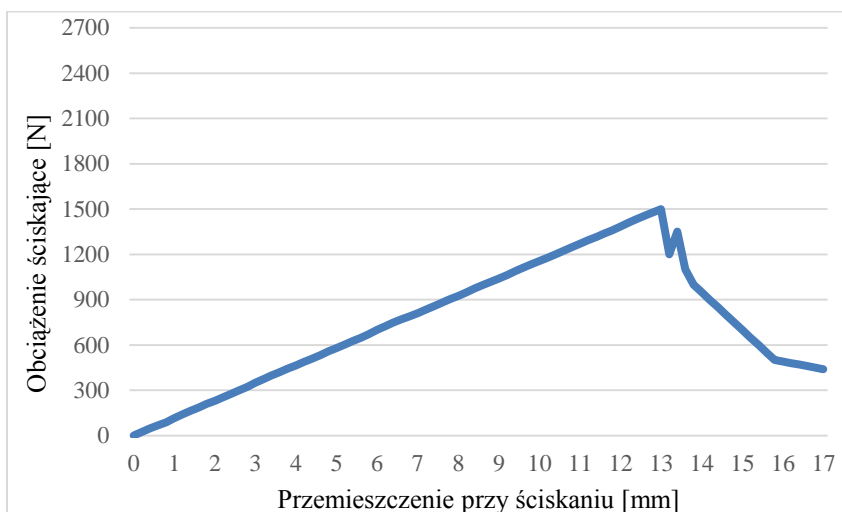


Wykres 170. Zależność między statyczną siłą obciążającą a ugięciem bulwy odmiany Ramos, po 4 miesiącach przechowywania

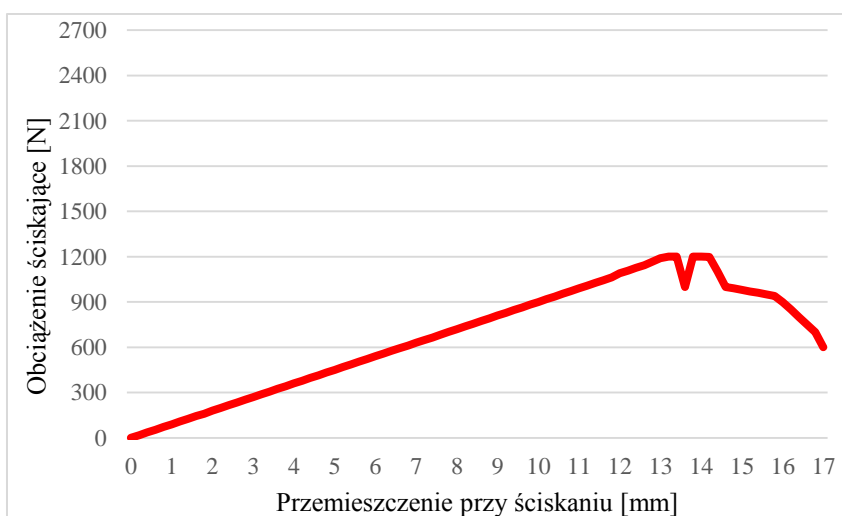




Wykres 171. Zależność między statyczną siłą obciążającą a ugięciem bulwy odmiany Innovator, po zbiorze



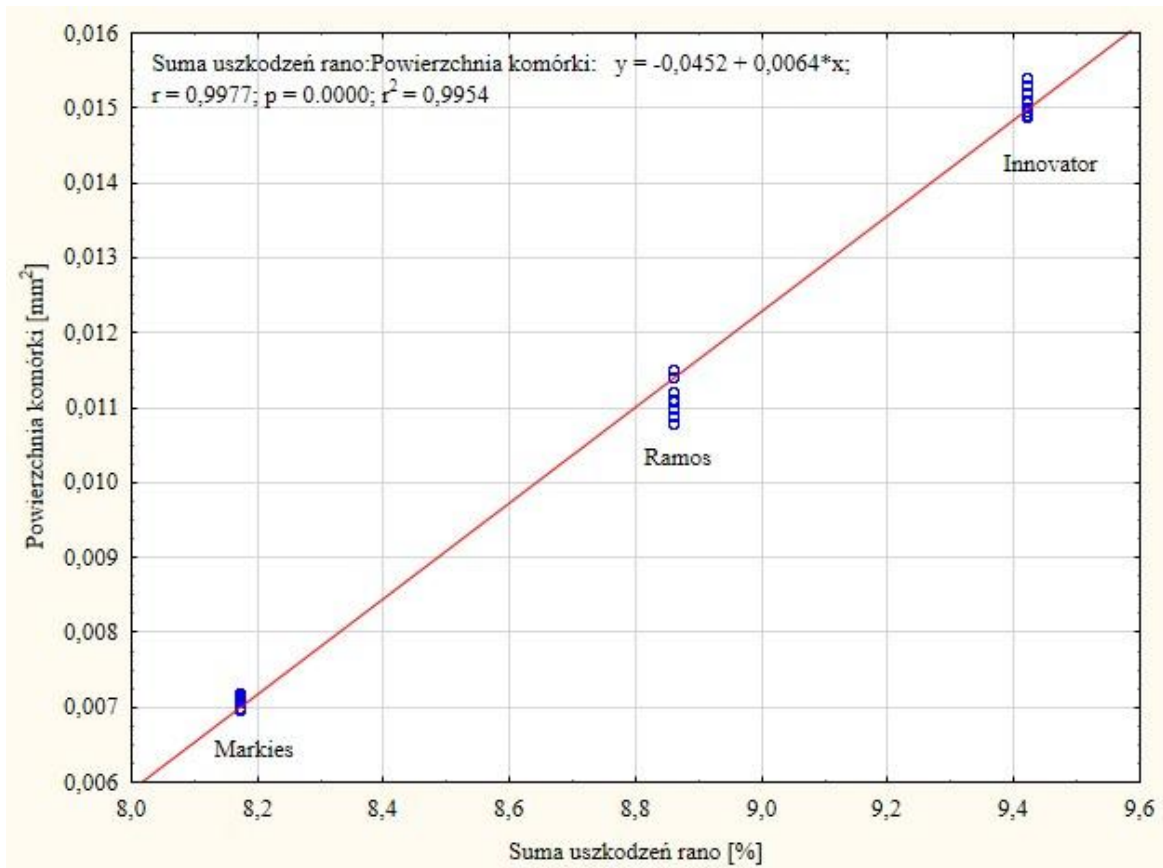
Wykres 172. Zależność między statyczną siłą obciążającą a ugięciem bulwy odmiany Innovator, po 2 miesiącach przechowywania



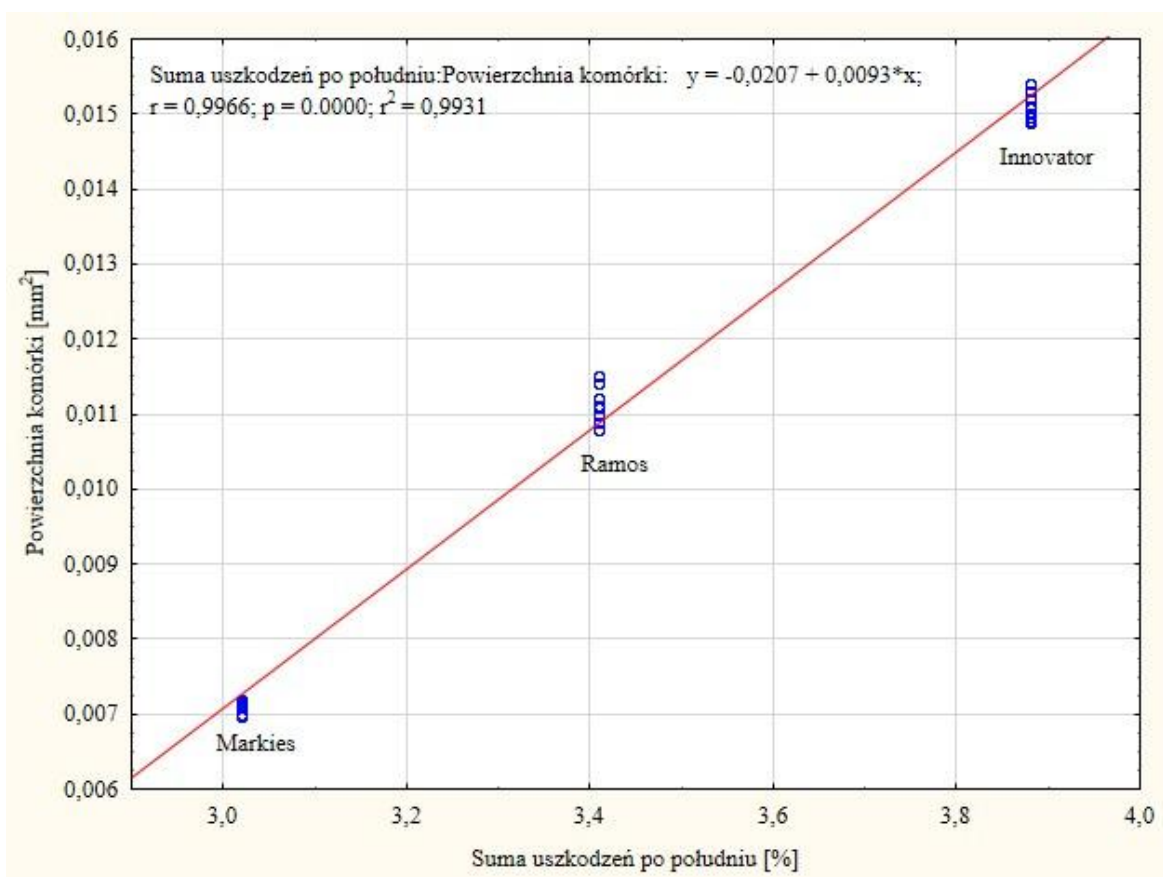
Wykres 173. Zależność między statyczną siłą obciążającą a ugięciem bulwy odmiany Innovator, po 4 miesiącach przechowywania

### 6.3.2 Wielkość komórek

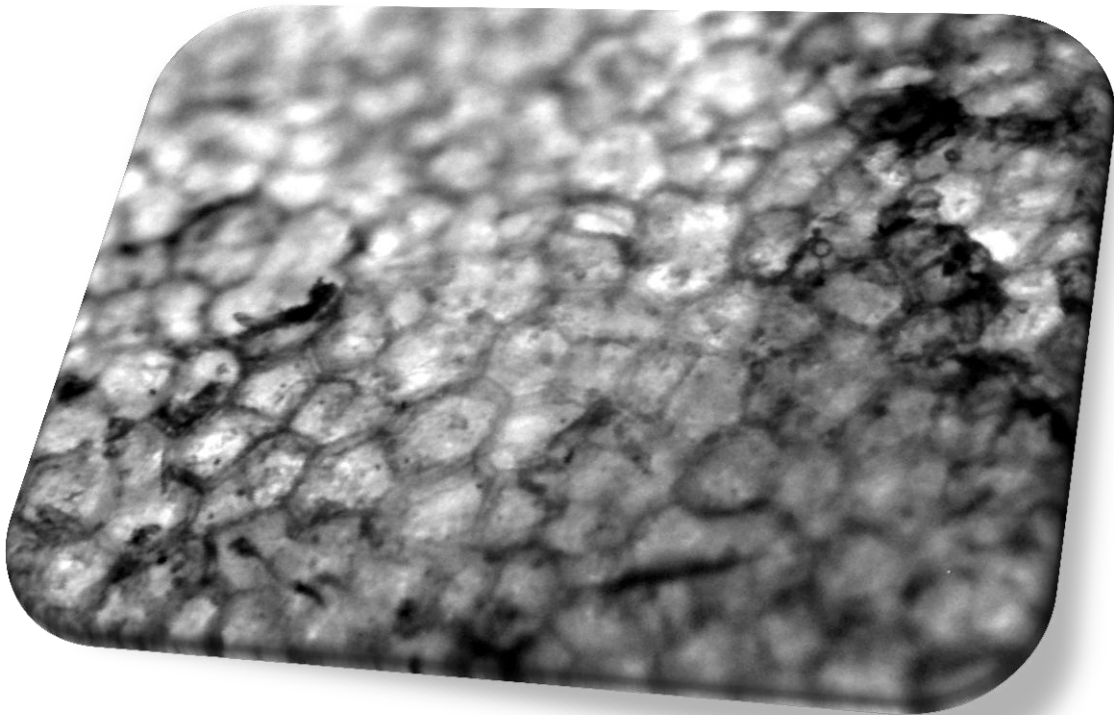
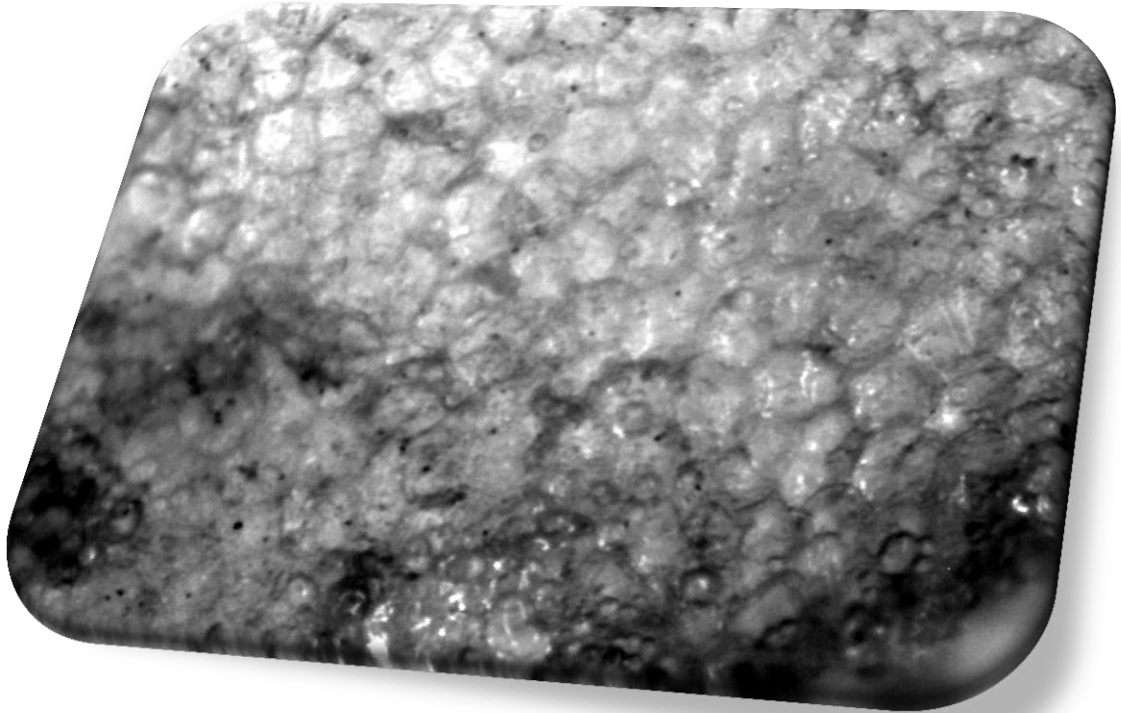
Fotografie struktury komórkowej (fot. 1 – 6) odmian oraz analiza statystyczna otrzymanych wyników wykazała, że odmiana Markies charakteryzuje się istotnie mniejszą powierzchnią pojedynczych komórek w zewnętrznej warstwie bulwy niż pozostałe odmiany. Przeciętna powierzchnia komórki u odmiany Markies wynosiła  $0,007 \text{ mm}^2$ , u odmiany Ramos  $0,011 \text{ mm}^2$ , a u odmiany Innovator  $0,015 \text{ mm}^2$  (wyk. 174 i 175). Najmniejsza istotna różnica dla tej cechy analizowana była na poziomie ufności  $\alpha$  równym 0,05 i wynosiła 0,003. Stwierdzono, że odmiana Markies charakteryzowała się najmniejszą powierzchnią pojedynczych komórek, co miało istotny wpływ na podatność bulw na uszkodzenia mechaniczne (wyk. 174 i 175). Najbardziej podatną na uszkodzenie odmianą okazała się odmiana Innovator, co także potwierdzają fotografie struktury komórkowej (wyk. 174 i 175). U tej odmiany stwierdzono największą powierzchnię pojedynczej komórki.



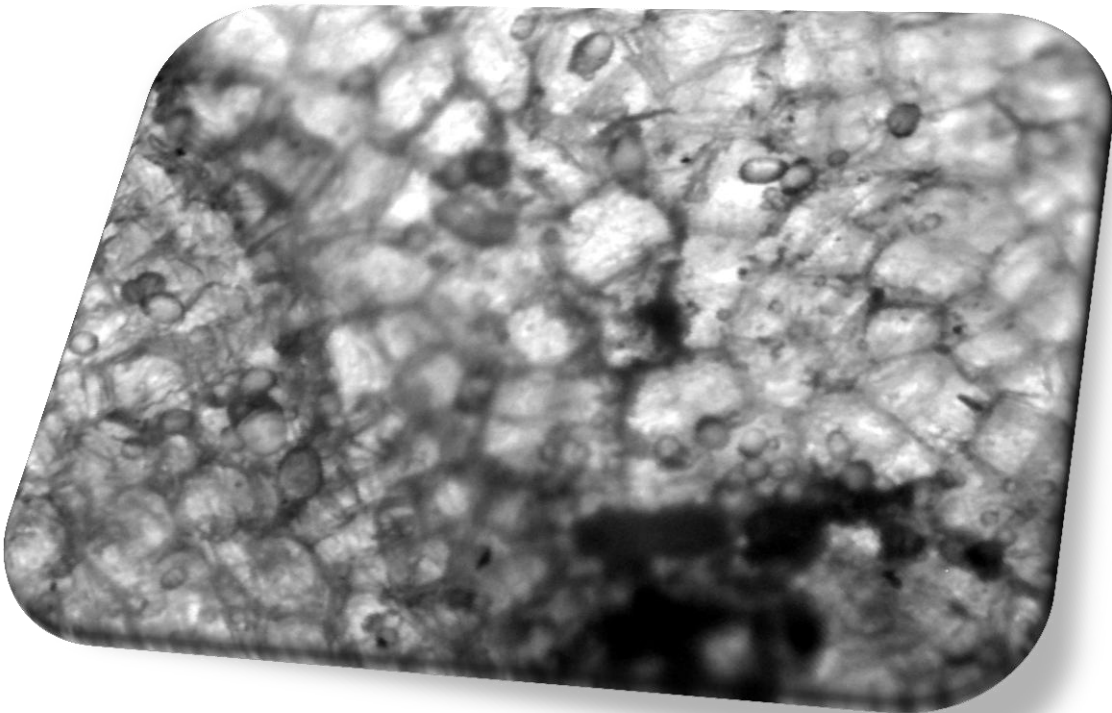
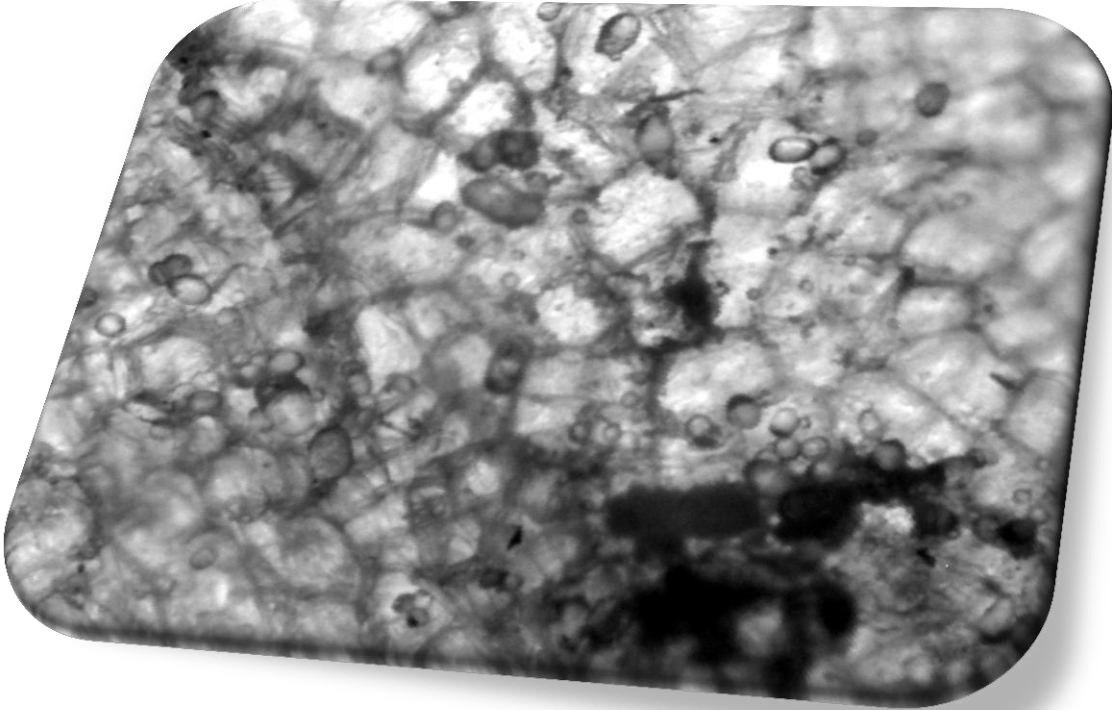
Wykres 174. Zależność między powierzchnią komórek a sumą uszkodzeń – pomiary poranne



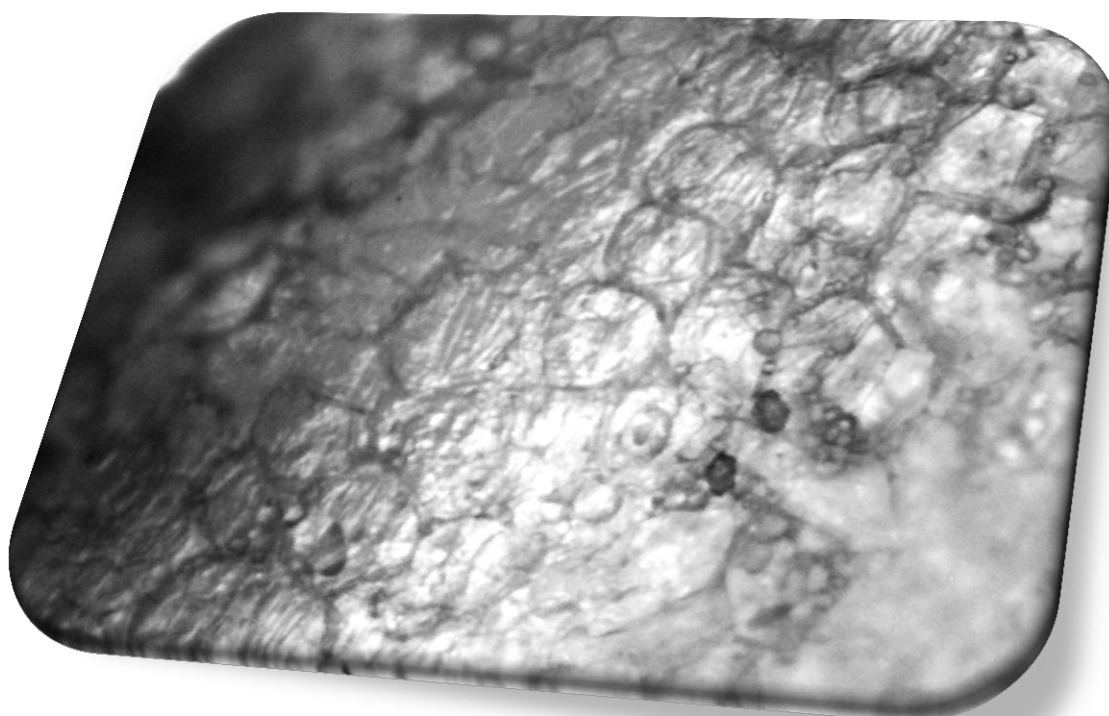
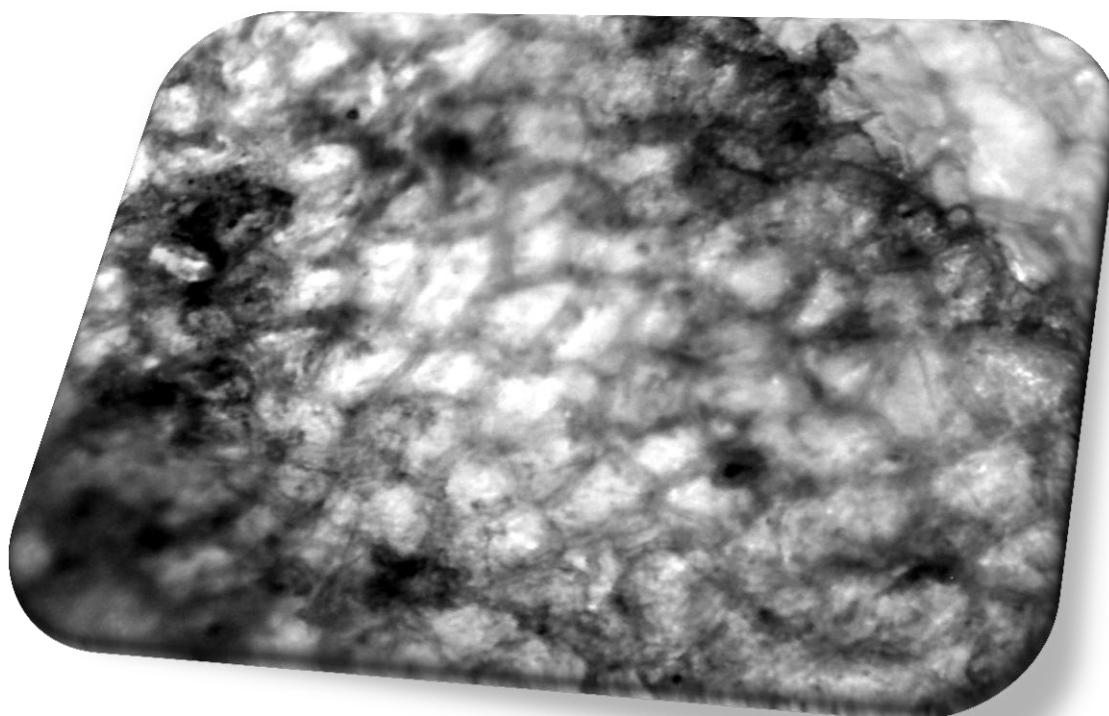
Wykres 175. Zależność między powierzchnią komórek a sumą uszkodzeń – pomiary popołudniowe



Fotografia 1 i 2. Struktura komórkowa – Markies



Fotografia 3 i 4. Struktura komórkowa – Ramos



Fotografia 5 i 6. Struktura komórkowa – Innovator

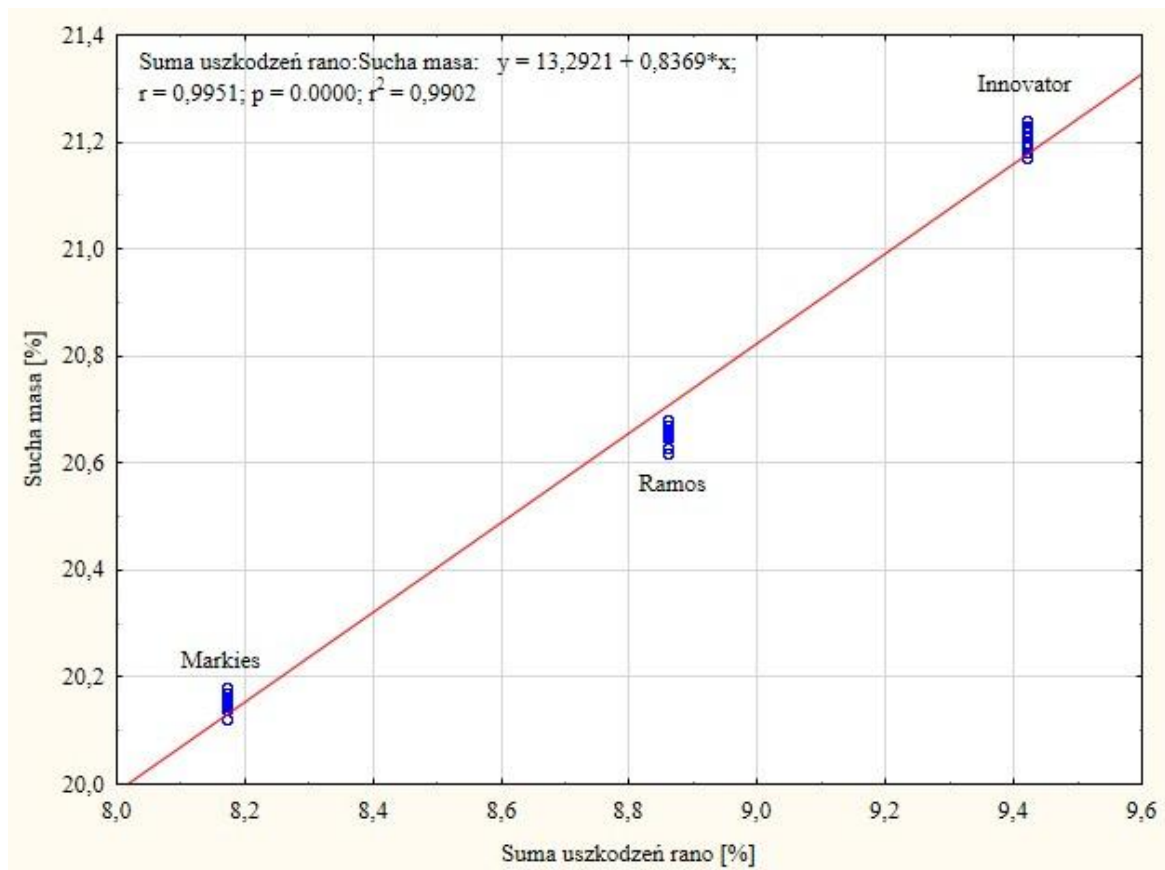
### 6.3.3 Sucha masa i skrobia oraz makro- pierwiastki w bulwach

Na zawartość suchej masy i skrobi oraz makro- pierwiastków w bulwach wpływu nie miały lata badań oraz typy gleb, na których prowadzono doświadczenia, dlatego w tabeli 9 przedstawiono średnie zawartości składników dla odmian bez różnicowania na powyższe czynniki. Nie stwierdzono istotnych różnic w zawartości białka, azotu, potasu, magnezu, fosforu, sodu i wapnia u badanych odmian. Istotne różnice stwierdzono natomiast w zawartości suchej masy i skrobi. Najniższą zawartością suchej masy charakteryzowała się odmiana Markies, a najwyższą – Innovator (tab. 8). Taką samą zależność odnotowano przy zawartości skrobi (tab. 9).

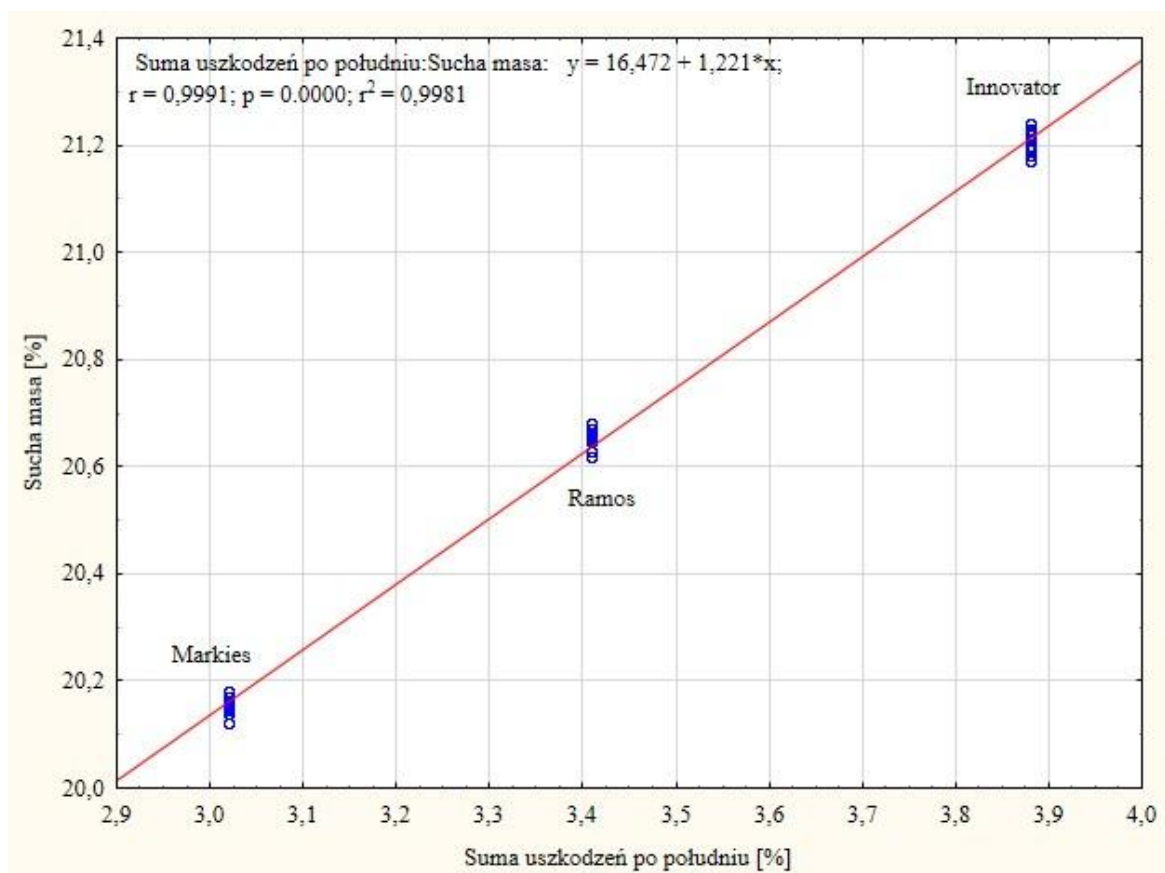
Odmiana	Sucha masa	Skrobia	N	K	Mg	P	Na	Ca
	[%]				[% s. m.]			
Markies	20,1	15,5	1,47	1,45	0,23	0,19	0,06	0,03
Ramos	20,6	16,2	1,48	1,44	0,21	0,19	0,06	0,03
Innovator	21,2	17,1	1,49	1,42	0,20	0,18	0,06	0,03
NIR $\alpha=0,05$	0,40	0,5	r. n.	r. n.	r. n.	r. n.	r. n.	r. n.

Tabela 9. Zawartość suchej masy i skrobi oraz makro- pierwiastków w bulwach w zależności od odmiany

Stwierdzono, że wraz ze wzrostem zawartości suchej masy w bulwach, wzrastał procent wagowy uszkodzeń mechanicznych, zarówno podczas zbioru porannego, jak i popołudniowego (wyk. 176 i 177). Im wyższa zawartość tego związku w bulwach, tym wyższa podatność badanej odmiany na uszkodzenia mechaniczne powstające w trakcie zbioru mechanicznego (wyk. 178 i 179).

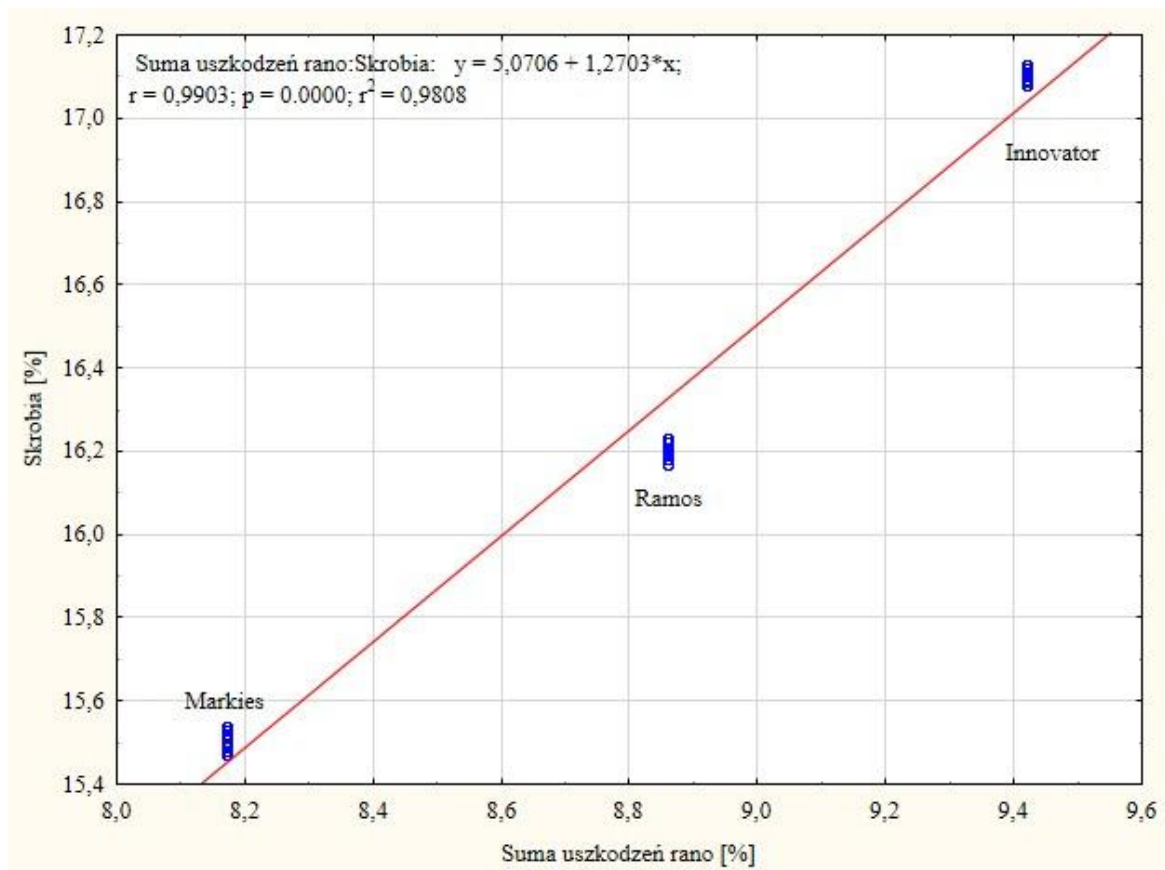


Wykres 176. Zależność między sumą uszkodzeń a zawartością suchej masy w bulwach – zbiór poranny

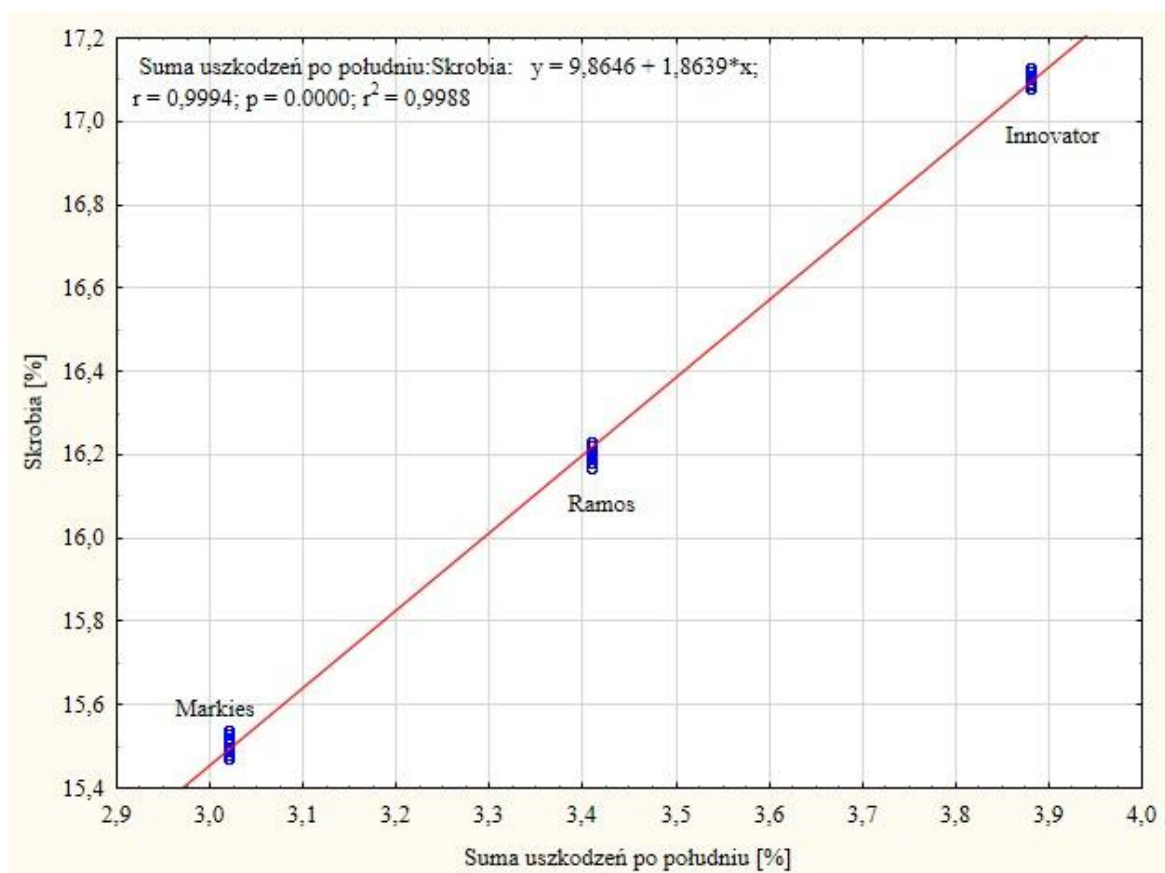


Wykres 177. Zależność między sumą uszkodzeń a zawartością suchej masy w bulwach – zbiór popołudniowy





Wykres 178. Zależność między sumą uszkodzeń a zawartością skrobi w bulwach – zbiór poranny



Wykres 179. Zależność między sumą uszkodzeń a zawartością skrobi w bulwach – zbiór popołudniowy

## 7. DYSKUSJA I WNIOSKI

Uszkodzenia mechaniczne bulw, zarówno w produkcji ziemniaków jadalnych, jak i dla przetwórstwa spożywczego, są najistotniejszym elementem jakościowym surowca, a zarazem najtrudniejszym problemem do wyeliminowania (Coria i in. 1998, Danilčenko i in. 2010). Uszkodzenia mechaniczne powodują znaczne obniżki plonu handlowego oraz pogarszają jakość bulw, a także przyczyniają się do wielu strat w procesie przechowywania. W produkcji ziemniaków dla przetwórstwa spożywczego najważniejsza jest jakość produkowanego surowca, ponieważ niejednokrotnie przechowywany jest on do następnego sezonu w celu zapewnienia ciągłości produkcji danego przetworu.

Przeprowadzone badania miały na celu analizę wpływu warunków glebowych oraz pogodowych na powstawanie i wielkość uszkodzeń mechanicznych bulw trzech odmian ziemniaka dla przetwórstwa spożywczego w zależności od długości okresu przechowywania.

Zdaniem autorów zajmujących się tematyką uszkodzeń mechanicznych – Baumgartner i inni (1983), Ceglarek i Wrzosek (1992 i 1995), Czerko (2011), Czerko i in. (1985), Głuska i inni (1988), Krzysztofik (2001), Lutomirska (2000), Marks i inni (1996), Marks i Sobol (1998), Pätzold (1973), Preston i Glynn (1995), Roztropowicz i Czernik (1985) oraz Zgórska (1989) – jednym z istotnych czynników wpływających na powstawanie uszkodzeń mechanicznych są cechy genetyczne odmiany. Cechy takie jak budowa anatomiczna, morfologiczna i skład chemiczny bulw, warunkowane genotypem odmiany mogą być także modyfikowane przez warunki siedliska oraz warunki uprawy.

Według Roztropowicz i innych (1985) oraz Gruczka i innych (2004) wyższą odpornością na uszkodzenia mechaniczne charakteryzują się odmiany o niższej zawartości suchej masy i skrobi. Zawartość suchej masy i skrobi determinowana jest przede wszystkim genotypem odmiany. W przeprowadzonych doświadczeniach wykazano istotne zróżnicowanie między odmianami – Markies, Ramos i Innovator – pod względem zawartości suchej masy i skrobi. Są to dwa podstawowe składniki, które w bezpośredni sposób wpływają na podatność bulw na uszkodzenia mechaniczne. Zależność tę przedstawiono na wykresach 176 – 179. Stwierdzono, że bulwy odmiany Markies, charakteryzujące się najniższą zawartością suchej masy i skrobi, były najmniej podatne na uszkodzanie podczas zbioru w porównaniu z pozostałymi odmianami będącymi przedmiotem badań.

Aeppli (1979), Aeppli i Keller (1972), Zadina (1981) udowodnili podobną zależność pomiędzy zawartością suchej masy, a odpornością bulw na uszkodzenia mechaniczne.

Roztropowicz i inni (1985) w swoich badaniach nad zależnością między składem chemicznym, a podatnością bulw na uszkodzenia uzyskali liniową zależność, wyrażającą się współczynnikiem korelacji  $r = 0,51$  między suchą masą, a uszkodzeniami mechanicznymi. Zbliżony współczynnik korelacji (0,52) uzyskała w swoich badaniach również Krzysztofik (2001).

Gruczek i inni (2003) natomiast wykazali, że wzrost zawartości suchej masy o 1% zwiększał wartość wskaźnika uszkodzeń o 2,7%. W badaniach prowadzonych w IHAR Jadwisin przez Zgórską i Frydecką-Mazurczyk (2000b) stwierdzono ponadto, że odmiany o wyższej zawartości suchej masy, skrobi, a także związków fenolowych charakteryzują się wyższą podatnością na ciemną plamistość pouszkodzeniową.

W badaniach zależności między zawartością suchej masy oraz skrobi, a indeksem ciemnej plamistości przeprowadzonych przez Zgórską (1989), współczynnik korelacji wynosił 0,91, a dla skrobi 0,93. Badacze analizując te zależności wskazują, że ziemniaki o wyższej zawartości suchej masy cechują się niższą podatnością na uszkodzenia mechaniczne. Przypuszcza się, że zawartość suchej masy odgrywa tu wpływ pośredni poprzez mniejszą zawartość wody, większą zawartość związków fenolowych, czy też wyższą zawartość potasu. Doświadczenia Marksa i innych (1996) oraz Szmigła i innych (2000) również potwierdzają kierunek tych zależności.

Lutomirska (2008) podkreśla, że niezależnie od składu chemicznego na podatność odmian na uszkodzenia wpływają także cechy morfologiczne takie, jak wielkość, kształt i jego regularność, a także stan dojrzałości bulw. Większą podatnością na uszkodzenia mechaniczne odznaczają się bulwy większe i o wydłużonym kształcie mierzonym współczynnikiem jej wydłużenia (Gruczek i in. 2004). Tak samo ważny jest też stopień dojrzałości bulwy – mniej podatne na uszkodzenia są te o w pełni wykształconej i skorkowaciałej skórce.

Jak wynika z doświadczeń Zarzyńskiej (2002) kształt bulwy w obrębie odmiany wiąże się z ich masą. U większości odmian bulwy o małej masie mają kształt okrągły. W miarę wzrostu współczynnika wydłużenia rośnie masa bulwy. Z danych Dębskiego i Marksa (1986), Gastoła (1985a), Głuskiej i innych (1988) oraz Marksa i innych (1981 i 1998), wynika, że masa bulwy jest jednym z podstawowych czynników morfologicznych charakteryzujących bulwę, a cecha ta powiązana jest z uszkodzeniami mechanicznymi bulw.

W badaniach własnych wykazano także wyraźne różnicowanie procentowego udziału, a także wartości wskaźnika uszkodzeń w zależności od temperatury bulwy podczas zbioru. Wraz ze wzrostem temperatury powietrza wzrastała temperatura gleby i bulwy. Natomiast wzrost temperatury bulwy wpływał na zmniejszenie liczby bulw uszkodzonych,

ponieważ bulwy o wyższej temperaturze były mniej podatne na uszkodzenia mechaniczne. Badania potwierdziły dotychczasowe stwierdzenia, że bulwy o wyższej temperaturze są mniej podatne na uszkodzenia mechaniczne. Zależność tę wyjaśnia Lutomirska (2009) tłumacząc, że na podatność bulw na uszkodzenia istotny wpływ ma temperatura oraz wilgotność gleby podczas zbioru. Zwiększanie się turgoru bulwy następujące wraz ze spadkiem temperatury sprawia, iż komórki stają się bardziej sprężyste, a więc ich reakcja na działanie sił zewnętrznych jest reakcją dynamiczną, prowadzącą do rozpadu ścian komórkowych. Bulwa o niskiej temperaturze poddawana obciążeniom występującym podczas zbioru ulega, więc licznym uszkodzeniom zewnętrznym. W badaniach laboratoryjnych przy obniżaniu temperatury bulw z 16 do 4°C wskaźnik uszkodzeń zwiększył się 3-krotnie. W badaniach prowadzonych w warunkach polowych wykazano, że wskaźnik uszkodzeń wzrastał o 1,7% na każdy 1°C spadku temperatury w zakresie 11,5 – 7°C. Obniżenie turgoru bulw związane z niską wilgotnością gleby powoduje natomiast wzrost podatności na uszkodzenia wewnętrzne.

Ważnym elementem w technologii produkcji ziemniaka dla przetwórstwa spożywczego jest etap przechowywania (Czerko 2001a). Uszkodzenia mechaniczne bulw, poza pogorszeniem jakości surowca przeznaczonego do przerobu i zmniejszeniem plonu handlowego, powodują obniżenie wartości przechowalniczej i pogłębiają dalsze straty uzyskanego plonu (Czerko 2007 i 2008, Gruczek i in. 2004).

Badacze podkreślają, że w okresie długotrwałego przechowywania bulw ziemniaka zachodzą procesy, które prowadzą do zmian ich cech jakościowych i ilościowych (Adamicki i Czerko 2002, Czerko i in. 1985, Edgell i in. 1998, Iritani i in. 1997, Kuźniewicz i in. 1986, Sobol 2005b, Storey i Davis 1992). Przechowywanie ziemniaków ma istotny wpływ na wzrost wielkości uszkodzeń bulw. W trakcie składowania pod wpływem zachodzących procesów chemicznych w bulwach wzrasta powierzchnia uszkodzeń mechanicznych, co ostatecznie prowadzi do wyższych strat w plonie handlowym. Zmiany te powodują zwiększenie zawartości suchej masy, cukrów redukujących, podatności na ciemnienie miąższu, co niekorzystnie wpływa na jakość otrzymywanych przetworów spożywczych, a także prowadzi do obniżenia zawartości i jakości składników odżywczych (Dean 1996, Kaaber i in. 2001, Zgórska i Frydecka-Mazurczyk 2002). Straty ilościowe natomiast, spowodowane są intensywną transpiracją (parowaniem), oddychaniem, kiełkowaniem oraz rozwojem chorób. Poza ubytkami masy, spada turgor komórek, bulwy tracą jędrność i ulegają skurczowi. Zmiany turgoru bezpośrednio decydują o stratach podczas obierania bulw (Nawara 2006), a następnie o jakości otrzymywanych produktów. Utrata jędrności bulw podczas długotrwałego przechowywania, której towarzyszy skurcz, ma istotne znaczenie

podczas procesu ich przetwarzania na wyroby uszlachetnione oraz przy wykorzystaniu bulw do bezpośredniej konsumpcji. Zwiększanie skurczu bulw podczas przechowywania wpływa ujemnie na ich właściwości mechaniczne. Właściwości mechaniczne bulw decydują o przebiegu procesu obierania (zwłaszcza mechanicznego) oraz formowania frytek i chipsów (Lisińska 1994, Lisińska i Rutkowski 1999, Sobol 2005a i 2005b). Na ilość strat wpływ ma również sposób postępowania z ziemniakami podczas ich przygotowania do przechowywania (wieliminowanie bulw chorych, uszkodzonych i oklejonych glebą) (Czerko 2001a i 2001b, Schörling 2000). Ważnym finalnym skutkiem uszkodzeń jest zwiększenie odpadów powstających podczas sortowania, obierania, kontroli jakości i selekcji wizualnej (Zgórska i Frydecka-Mazurczyk 2000).

Doświadczenia Kuźniewicz-Czerko i innych (1993), w których bulwy uszkodzono na sortowniku laboratoryjnym (Trommelmaschine) udowodniły, że poza wzrostem strat przechowalniczych o 35%, bulwy uszkodzone wysadzone do gleby powodowały wzrost porażenia czarną nóżką, przerezione wschody i w konsekwencji spadek plonu o ponad 11%. Za główny powód występowania strat przechowalniczych (95–99%) Piech (1994) uważa uszkodzenia mechaniczne. Podobne wnioski wyciągają ze swych prac Bishop i inni (2000), Cvrček (2000), Peters (1996) oraz Rosocha i inni (2000).

Stopa i Smolnicki (2011) stwierdzają, że właściwości wytrzymałościowe płodów rolnych, będące jednym z podstawowych parametrów określających np. ocenę stopnia odporności na uszkodzenia wyznacza się najczęściej w próbie ściskania. Oddziaływanie sił zewnętrznych powoduje odkształcenia tkanki, skutkujące deformacją przestrzenną komórek, efüzją gazów i cieczy z przestrzeni międzykomórkowych oraz z komórek (Bohdziewicz 2003). Bulwy bardziej wytrzymałe, o większej sprężystości, są uszkodzane w mniejszym stopniu niż pozostałe. Ma to związek z ich budową wewnętrzną (Kolowca i Krzysztofik 2003). W badaniach własnych wykazano, że bulwy odmiany o najwyższej wytrzymałości na ściskanie (odmiana Markies), były najmniej podatne na uszkodzanie mechaniczne podczas zbioru. U odmian o niższej wytrzymałości komórek (Ramos i Innovator) stwierdzono natomiast wyższą podatność na uszkodzenia wynikające ze zbioru mechanicznego.

W badaniach własnych wykazano także, że bulwy ziemniaków są najbardziej wytrzymałe i odporne na zniszczenie ich struktury komórkowej tuż po zbiorze, co udowodniono w próbach ściskania (wyk. 165, 168 i 171). W miarę wydłużania okresu przechowywania tracą one jędrność na skutek naturalnych procesów fizjologicznych, co wiąże się ze spadkiem ich wytrzymałości na obciążenia powstające w trakcie składowania (wyk. 166, 167, 169, 170, 172 i 173).

Na powstawanie uszkodzeń mechanicznych bulw wpływ ma także typ oraz skład granulometryczny gleby, na której ziemniaki są uprawiane. Badania prowadzono na glebach należących do różnych klas bonitacyjnych: klasa II, IIIa i IIIb – są to gleby ciężkie, które w niekorzystnych warunkach termiczno-wilgotnościowych wykazują tendencję do zbrylania się; klasa IVa – to gleba lekka, przepuszczalna bez tendencji do zbrylania, ale w latach suchych powoduje niestabilność plonowania i obniżenie plonu uprawianej rośliny.

Waszkiewicz i inni (2007) udowodnili, że na wskaźnik uszkodzeń bulw istotny wpływ wywierał rodzaj gleby. Większe wartości tego wskaźnika odnotowano na glebie średniej w stosunku do gleby lekkiej. Marks (2009) stwierdził, że na glebach o strukturze gruzełkowej przy właściwej temperaturze i wilgotności podczas zbioru, uszkodzenia mechaniczne bulw są zazwyczaj niewielkie. Natomiast na glebach charakteryzujących się tendencją do zbrylania oraz zakamienionych, liczba uszkodzeń bulw wzrasta.

Ten sam autor (2009) udowadnia, że gleby ciężkie, o większym współczynniku tarcia wewnętrznego i trudniejszej przesiewalności, przesiewane są w końcowej części przenośnika odsiewającego, stanowiąc warstwę ochronną dla bulwy. Zbyt wysoka wilgotność gleby przyczynia się do wzrostu współczynnika tarcia pomiędzy cząstkami gleby, a elementami roboczymi maszyn do zbioru. Wzrasta wtedy też współczynnik tarcia wewnętrznego gleby, co powoduje oklejanie prętów przenośników i zmniejszenie sprawności przesiewania gleby na przenośniku odsiewającym maszyny zbierającej. W celu poprawienia efektywności zespołów odsiewających glebę zwiększa się intensywność pracy tych zespołów. Bardziej intensywna praca przenośnika odsiewającego w glebie zbyt wilgotnej, w porównaniu z wilgotnością optymalną, powoduje większą odsiewalność gleby, ale jednocześnie przyczynia się do silniejszego oddziaływania elementów roboczych maszyny na bulwy, co powoduje duży wzrost uszkodzeń mechanicznych. Na glebach lekkich o dobrej przesiewalności i niższym współczynniku tarcia wewnętrznego obserwuje się wzrost uszkodzeń mechanicznych bulw powstających podczas zbioru.

Zależność udowodniona przez Marksa (2009) została częściowo potwierdzona w badaniach własnych, tzn. zaobserwowano, że na glebach ciężkich (klasa II, IIIa i IIIb) w roku 2011 o niekorzystnych warunkach termiczno-wilgotnościowych, wzrastała ilość uszkodzeń bulw podczas zbioru mechanicznego. Powodowane było to prawdopodobnie zbryleniem, a także zmniejszeniem odsiewalności gleby na elementach roboczych maszyny zbierającej, co stanowiło zbędny balast i bezpośrednio prowadziło do większego uszkodzania bulw ziemniaka. W roku 2011 w warunkach gleby lekkiej (klasa IVa) stwierdzono także najwyższy

udział bulw uszkodzonych. Mimo to, na glebie tej we wszystkich latach badań odnotowano niższy udział bulw uszkodzonych niż na glebach ciężkich. Udowodniono także, że przy podobnej sumie opadów w pierwszych dniach października (okres tuż przed zbiorem) na glebie klasy IVa powstawało mniej uszkodzeń mechanicznych niż na glebach ciężkich klas II, IIIa i IIIb. Ponadto odpowiednio dobrana agrotechnika i nawożenie oraz ochrona spowodowały, że plonowanie ziemniaka na glebie lekkiej było na takim samym poziomie jak na pozostałych typach gleb.

Krzysztofik i Nawara (2003) zaobserwowali, że ziemniaki uprawiane na glebie ciężkiej (czarnoziem zdegradowany) plonowały wyżej, niż te uprawiane na glebie lekkiej (piasek gliniasty lekki), lecz w większym stopniu ulegały one uszkodzeniom mechanicznym. Ponadto na glebie ciężkiej większy był udział bulw zdeformowanych i zniekształconych.

W badaniach własnych stwierdzono także, że straty w plonie handlowym bulw ze zbioru popołudniowego były o ponad 50% niższe w porównaniu do zbioru w godzinach porannych.

Na podstawie przeprowadzonych badań sformułowano następujące wnioski:

1. Na powstawanie uszkodzeń mechanicznych bulw wpływ mają warunki termiczno-opadowe występujące w okresie wegetacji ziemniaka, a szczególnie w jej końcowej fazie, a także podczas zbioru.
2. Analiza warunków wegetacji wskazuje, że wysoka suma opadów przed zbiorem ziemniaka wpływa niekorzystnie na właściwości gleby, co prowadzi do zwiększenia ilości bulw uszkodzonych podczas zbioru.
3. Temperatura podczas zbioru ma istotny wpływ na powstawanie uszkodzeń mechanicznych bulw. Bulwy ziemniaków o niższej temperaturze są bardziej podatne na uszkodzenia mechaniczne wynikające ze zbioru maszynowego.
4. Typ gleby oraz jej skład granulometryczny wywierają wyraźny wpływ na poziom uszkodzeń mechanicznych. Na glebach ciężkich w połączeniu z niekorzystnymi warunkami wilgotnościowymi (nadmiar wody) dochodzi do zwiększenia procentowego udziału bulw uszkodzonych mechanicznie.
5. Podczas długotrwałego przechowywania rosną straty bulw wywołane uszkodzeniami mechanicznymi powstałymi w trakcie zbioru mechanicznego. Podczas przechowywania przez okres dwóch i czterech miesięcy wzrasta udział bulw z uszkodzeniami zewnętrznymi. Składowanie dłuższe od dwóch miesięcy nie wpływa na zwiększenie udziału bulw z uszkodzeniami wewnętrznymi.

6. Na powstawanie uszkodzeń mechanicznych bulw wpływa podatność danej odmiany na uszkodzenia – genotyp odmiany. Wyróżnić tu należy strukturę komórkową zewnętrznej warstwy bulwy – im mniejsze komórki, tym odmiana jest mniej podatna na uszkodzenia. Istotną cechą jest także skład chemiczny, a przede wszystkim zawartość suchej masy i skrobi – odmiany o wyższej zawartości tych składników są bardziej narażone na powstawanie defektów mechanicznych.
7. Podczas zbioru, gdy temperatura bulwy przekracza 16°C (zbiór popołudniowy) liczba uszkodzeń wewnętrznych spada do minimum, a często nawet do zera. Podczas zbioru popołudniowego liczba uszkodzeń zewnętrznych spada o połowę w stosunku do zbioru porannego – temperatura bulwy na poziomie 11 – 11,5°C.
8. Straty w plonie handlowym powodowane uszkodzeniami mechanicznymi w zależności od odmiany oraz roku przy zbiorze w niskich temperaturach mieszczą się w przedziale od 5 do 6 t · ha<sup>-1</sup>, przy zbiorze w temperaturach optymalnych (temperatura bulwy powyżej 16°C) zmniejszają się do 2,5 – 3 t · ha<sup>-1</sup>. Przy czym są to przede wszystkim straty wynikające z uszkodzeń zewnętrznych.

Przeprowadzone doświadczenia polowe i badania laboratoryjne pozwoliły na zweryfikowanie postawionych hipotez roboczych.

W pełni potwierdzono hipotezy:

- pierwszą, że wraz ze wzrostem temperatury gleby rośnie temperatura bulwy, co w konsekwencji ma wpływ na zmniejszenie wielkości oraz ilości uszkodzeń mechanicznych bulw;
- drugą, że skład granulometryczny gleby ma wpływ na powstawanie uszkodzeń. Na glebach lżejszych (o składzie granulometrycznym gliny lekkiej) ilość uszkodzeń jest znacznie mniejsza;
- trzecią, że warunki wilgotnościowe w trakcie zbioru mają istotny wpływ na powstawanie uszkodzeń, tj. w warunkach posuchy ilość uszkodzeń jest znacznie wyższa;
- czwartą, że odmiany o wyższej zawartości suchej masy są bardziej podatne na uszkodzenia mechaniczne – wraz ze wzrostem zawartości suchej masy wzrasta ilość uszkodzeń;
- piątą, że odmiany o strukturze komórkowej charakteryzującej się komórkami mniejszymi od pozostałych odmian, są mniej podatne na uszkodzenia.



## 8. SPIS LITERATURY

1. Adamicki F., Czerko Z. 2002. Przechowalnictwo warzyw i ziemniaka. PWRiL, Poznań. ISBN 83-09-01766-9.
2. Aeppli A. 1979. Einfluss von Sorte, Erntetermin und Standard auf die Blauempfindlichkeit. Diss. – ETH Zurich.
3. Aeppli A., Keller E. R. 1972. Ergebnisse einer Praxiserhebung über die Blaueckigkeit der Kartoffeln. Schweizerische Landwirtsch. Monatshilfe 56: 237-248.
4. Arfa G. K. 2007. The effect of harvesting operation on potato crop handling. *Misr J. Ag. Eng.* 24 (3): 492-503.
5. Bajema R. W., Hyde G. M., Baritelle A. L. 1998. Turgid and temperature effects on dynamic failure properties of potato tuber tissue. *Transaction of ASABE.* 41 (3): 741-746.
6. Ball B., Robertson E. A. G., Franklin M. E., Lang R. W. 1994. Crop performance and soil conditions on imperfectly drained loams after 20-25 years of conventional tillage or direct drilling. *Soil. Till. Res.* no 31: 97-118.
7. Baritelle A. L., Hyde G. M. 1999. Effect of tuber size on failure properties of potato tissue. *Transactions of ASABE.* 42 (1): 159-161.
8. Baritelle A. L., Hyde G. M., Thornton R., Bajema R. 2000. A classification system for impact related defects in potato tubers. *Am. J. of Potato Res.* 77 (3): 143-148.
9. Baumgartner M., Keller E. R., Schwendimann F. 1983. Charakterisierung von Blaustabilität und Blaulabilität. *Potato Res.* 31: 17-30.
10. Bentini M., Caprara C., Martelli R. 2006. Harvesting damage to potato tubers by analysis of impact recorded with an instrumented sphere. *Biosyst. Eng.* 94: 75-85.
11. Bernat E. 2009. Przygotowanie plantacji do zbioru. *Wiadomości Rolnicze Polska.* nr 8: 7.
12. Beukema H. P. Van der Zaag. 1990. *Introduction to Potato Production.* Pudoc. Wageningen. ss. 208.
13. Bishop C. F. H., Tharogood A. J., Duran T., Devers Y. O. 2000. Reduction of potato damage during grading by radiant heating. *Potato Res.* 43: 273-278.

14. Blahovec J. 2006. Shape of bruise spots in impacted potatoes. *Postharv. Biol. Technol.* 39: 278-284.
15. Blahovec J., Zidova J. 2004. Potato bruises spot sensitivity dependence on modes of cultivation. *Res. Agric. Eng.* 50: 89-95.
16. Bohdziewicz J. 2003. Histereza odkształceń mięszu wybranych warzyw. *Acta Agroph.* 2 (4): 707-716.
17. Bohl W. H. 2006. Potato Harvest Management. *Proceedings of the Winter Commodity Schools.* 30: 149-156.
18. Bohl W. H., Love S. L. 2006. Understanding Bulking Rates of Six Potato Varieties. *Proceedings of the Winter Commodity Schools.* 30: 143-148.
19. Boligłowa E., Gleń K. 2003. Yielding and quality of potato tubers depending on the kind of organic fertilization and tillage method. *EJPAU, Agronomy* 6 (1), <http://www.ejpau.media.pl/volume6/issue1/agronomy/art.-03.html>.
20. Bombik A. 1994. Wykorzystanie zmiennych meteorologicznych do prognozowania plonów ziemniaka. *Mat. Konf. Nauk. XXV Zjazdu Agrometeorologów, Olsztyn-Mierki:* 6-11.
21. Bouman A. 1996. Mechanical damage in potato tubers: standardization of methodologies. 13<sup>th</sup> Trien. Conf. EAPR. Veldhofen, The Netherlands.
22. Boydston R. A., Vaughin S. F. 2002. Alternative weed management systems control weeds in potato (*Solanum tuberosum* L.). *Weed Technology* 16 (1): 23-28.
23. Brook R. C. 1996. Potato bruising: How and why emphasizing black spot bruise. National Potato Anti-Bruise Committee of the Potato Assoc. of America. ss.117.
24. Budyn P. 1993. Badanie wybranych właściwości powierzchniowych bulw ziemniaka z punktu widzenia ich znaczenia w procesie zbioru i obróbki pozbiorowej. *Zesz. Nauk. AR Kraków, Rozpr. hab.* 178: ss. 105.
25. Burton W. G., Es van A., Hartmans K. J. 1992. The physics and physiology of storage. In: *The potato crop: the scientific basis for improvement. Second Edition*, ed. by Paul Harris (Chapman and Hall), London: 608-727.
26. Ceglarek F., Wrzosek T. 1992. Wpływ zabiegów agrotechnicznych przyspieszających dojrzewanie bulw na ich odporność na uszkodzenia mechaniczne i trwałość przechowalniczą. *Zesz. Nauk. WSRP Siedlce, Rol.* 31: 63-71.

27. Ceglarek F., Wrzosek T. 1995. Wpływ niektórych zabiegów agrotechnicznych na wrażliwość bulw na uszkodzenia mechaniczne, dojrzałość techniczną i plonowanie bulw. Zesz. Nauk. WSRP Siedlce, Rol. 37: 35-43.
28. Chmura K. 2001. Przyrodnicze i agrotechniczne uwarunkowania uprawy ziemniaka w południowo-zachodniej Polsce. Zesz. Nauk. A R we Wrocławiu. Rozprawy 180. nr 410. ss. 109.
29. Chotkowski J. 2004. Koszty i opłacalność produkcji ziemniaków. Wieś Jutra 2: 46-48.
30. Chotkowski J. 2005. Perspektywy produkcji ziemniaków w Polsce. Wieś Jutra 2: 26-29.
31. Chotkowski J., Rembeza J. 2006. Tendencje zmian na rynku ziemniaków w Polsce. W: Produkcja ziemniaków, pod red. J. Chotkowskiego. Wieś Jutra: 7-15.
32. Chourasia M. K., Goswami T. K. 2001. Losses of potatoes in cold storage vis-à-vis types, mechanism and influential factors. J. Food Sci. Tech. 38 (4): 301-313.
33. 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.
34. Coria N. A., Sarquis J. I., Penalosa I., Urzua M. 1998. Heat-induced damage in potato (*Solanum tuberosum* L.) tubers: membrane stability, tissue viability and accumulation of glycoalkaloids. Journal of Agric. and Food Chem. 46: 4524-4528.
35. Corsini D. 1997. The response of potato varieties to bruising. Spudman. July: 18-38.
36. Croy R. R. D., Baxter R., Deakin W., Edwards R., Gatehouse J. A., Gates P., Harris N., Hole C., Johnson S. M., Raemaekers R. 1998. Blackspot bruising in potatoes: structural and molecular approaches to the identification of factors associated with tuber bruising susceptibility. Asp. Appl. Biol. 52: 207-214.
37. Cvrček M. 2000. Mechanické poskození hlíz brambor. W. Brambory. Red. Vokal a kolektiv. Praha: 166-170.
38. Czerko Z. 2001a. Jak postępować z ziemniakami w przechowalni. Ziemn. Pol. 4: 20-29.
39. Czerko Z. 2001b. Przyszłość przechowywania i konfekcjonowania ziemniaków w Polsce. Wieś Jutra 3(32): 33-34.
40. Czerko Z. 2003. Reakcja bulw ziemniaka na ściskanie podczas przechowywania przy składowaniu luzem. Biul. IHAR. nr 228: 275-281.

41. Czerko Z. 2007. Straty podczas przechowywania ziemniaków w przechowalni z nawilżaniem i bez nawilżania. *Biul. IHAR.* 243: 245-250.
42. Czerko Z. 2008. Trwałość przechowalnicza wybranych odmian ziemniaka. *Ziemn. Pol.* 3: 24-28.
43. Czerko Z. 2010. Wyznaczanie optymalnych terminów rozpoczęcia i zakończenia sezonu przechowalniczego ziemniaków na obszarze Polski. *Biul. IHAR.* nr 255: 85-99.
44. Czerko Z. 2011. Wpływ mechanizacji prac przechowalniczych na uszkodzenia mechaniczne bulw ziemniaka. *Ziemn. Pol.* 1: 1-5.
45. Czerko Z. 2012. Urządzenia ograniczające uszkodzenia bulw podczas przeładunku stosowane w maszynach do produkcji ziemniaków. *Ziemn. Pol.* 2: 33-39.
46. Czerko Z., Gastoł J., Manikowski Z. 1985. Wpływ dwóch metod zbioru na trwałość przechowalniczą ziemniaków ze szczególnym uwzględnieniem uszkodzeń mechanicznych. *Biul. Inst. Ziemn.* 33: 29-136.
47. Czerko Z., Lutomirska B., Zgórska K. 2008. Technologia uprawy i przechowywania ziemniaków przeznaczonych do przetwórstwa. (w: *Ziemniak spożywczy i przemysłowy oraz jego przetwarzanie*). *Konf. Nauk. Szklarska Poręba 12–15 maja*: 55-80.
48. Dănilă D. M., Găceu L. 2011. Improving quality consumption of fruit and vegetables reducing the mechanical impacts. *Agric. Food. Eng.* vol. 4 (53): 97-102.
49. Danilčenko H., Trečiókaitė E., Žabaliūnienė D., Danilčenko W. 2000. Wpływ nawożenia na jakość bulw i produktów ziemniaczanych. *Biul. IHAR.* 213: 137-147.
50. Daniličenko H., Jarienė E., Pranaitienė R. 2010. Effect of mechanical injury on the variations of the quality of five cultivars of potato tubers. *Zesz. Probl. Post. Nauk Rol.* 557: 229-239.
51. Daszkiewicz A., Roguski K. 1969. Dziesięciostopniowa skala ocen poszczególnych cech odmian i rodów hodowlanych ziemniaków. Cz. I. Ocena morfologiczna cech bulw ziemniaka. *Biul. Inst. Ziemn.* 3: 5-18.
52. Dean B. 1996. The chemical nature of blackspot bruising. *Potato Bruising; How and Why; Emphasizing Blackspot Brusie*. Ed. R.C. Brook, Haslett, MI: Running Water Publishing, 1.

53. Dean B. B., Jackowiak N., Nagel M., Pavek J., Corsini D. 1993. Blackspot pigment development of resistant and susceptible *Solanum tuberosum* L. genotypes at harvest and during storage measured by three methods of evaluation. *Am. Potato J.* 70: 201-217.
54. Demmler D. 1995. Herbstdämme vermindern Knollenbeschädigung. *Kartoffelbau*, 46 (6): 250-253.
55. Derksen D. A., Thomas A. G., Lafond G. P., Loeppky H. A., Swanton C. J. 1995. Impact of post-emergence herbicides on weed community diversity within conservation – Tillage Systems. *Weed Research*. 35: 311-320.
56. Deryło S., Szymankiewicz K. 2003. Plonowanie i zachwaszczenie ziemniaka w warunkach zróżnicowanego poziomu agrotechniki na glebie lekkiej. *Annales UMCS, sec. E.* 58: 247-255.
57. Dębski J., Marks N. 1986. Kształtowanie się uszkodzeń mechanicznych bulw w zależności od kształtu i strefy obciążenia bulwy ziemniaka. *Zesz. Nauk. AR Kraków, Mechaniz. Energ. Roln.* 198: 87-97.
58. Dmowski Z., Nowak L., Chmura K. 2004. Reakcja odmian ziemniaka o różnej długości wegetacji na zróżnicowane warunki wodno-nawozowe. *Biul. IHAR* 232:141-148.
59. Dobrzański B., Zawadzki S. 1995. *Gleboznawstwo*, wyd. III. Praca zbiorowa. PWRiL, W-wa. ss. 645.
60. Douches D. S., Chase R. W., Coombs J., Flecher K., Frank L., Driscoll J., Estellee E., Hammerschmidt R., Kirk W. 2003. Seventy-second annual report by Michigan State University. In: *National Germplasm Evaluation and Enhancement Report, 2001*. Ed. by K.G. Haynes. *Seventy-Second Annual Report by Cooperators*. US Department of Agriculture, Agricultural Research Service. ARS-162: 171-199.
61. Driskill E., Knowles L., Knowles N. 2007. Temperature-induced changes in potato processing quality during storage are modulated by tuber maturity. *Am. J. of Potato Res.* 84: 367-383.
62. Dzieciołowski W. 2004. Agrotechnika i mechanizacja produkcji ziemniaków na frytki. *Ziemn. Pol.* 3: 16-18.
63. Dzienia S., Sosnowski A. 1990. Uproszczenia w podstawowej uprawie roli a wysokość nakładów energii. *Fragm. Agron.* 3 (27): 71-79.

64. Dzienia S., Szarek P. 1999. Wpływ systemów uprawy i nawożenia organicznego na plonowanie ziemniaka. *Fol. Univ. Agricult. Stetin. Agricult.* 74 (195): 197-202.
65. Dzienia S., Szarek P. 2000. Efektywność uprawy bezpłużnej oraz międzyplonów i słomy w produkcji ziemniaka. *Zesz. Probl. Post. Nauk Rol.* 470: 145-152.
66. Dzienia S., Szarek P., Wereszczaka J. 1999. Efektywność systemów uprawy roli w zmianowaniu na glebie kompleksu żytniego bardzo dobrego. VI Międzynarodowe Sympozjum „Ekologiczne aspekty mechanizacji nawożenia, ochrony roślin, uprawy gleby”, IBMER, Warszawa 23-24 IX: 163-168.
67. Edgell T., Brierley E. R., Cobb A. H. 1998. An ultrastructural study of bruising in stored potato tubers. *An. of Applied Biology.* 132: 143-150.
68. Edwards C. G., Englar J. W., Brown C. R., Peterson J. C., Sorensen E. J. 2002. Changes in color and sugar content of yellow-fleshed potatoes stored at three different temperatures. *Am. J. Potato Res.* 79: 49-56.
69. Eltawil M. A., Samuel D. V. K., Singhal O. P. 2006. Potato storage technology and store design aspects. *Agricultural Engineering International the CIGR Ejournal.* 8 (11): 1-18.
70. Emillson B. 1993. Studies on the rest period and dormant period in the potato tuber. *Acta Agric. Sci.* 3: 189-284.
71. Erlichowski T. 2004. Szkodniki glebowe w uprawie ziemniaka i ich zwalczanie. Instrukcja upowszechnieniowa. IHAR Bonin. ss. 22.
72. Erlichowski T. 2005. Występowanie szkodników glebowych w Polsce i szkody powodowane przez te agrofagi w uprawach ziemniaka. Materiały Konferencji „Nasiennictwo i ochrona ziemniaka”. Kołobrzeg, 10–11 marca: 102-103.
73. Erlichowski T. 2006. Skład gatunkowy oraz szkodliwość fitofagicznych larw chrząszczy z rodziny sprężykowatych (*Col., Elateridae*) w uprawach ziemniaka zlokalizowanych w okolicach Bonina. *Prog. Plant Protection/Post. Ochr. Roślin* 46 (2): 409-412.
74. Esehaghbeygi A., Besharati S. 2009. Potato variety and storage for tuber sensitivity in bruising. *World Applied Sci. J.* 7 (12): 1504-1507.
75. FAO. 2009. Major Causes of Crop Losses. <http://www.fao.org/docrep/008/a0185e/a01850c.htm>.

76. Finaly M. B., Bradshaw J. E. 2003. Progress in improving processing attributes in potato. *Trend in Plant Sci.* 8 (7): 310-312.
77. Frydecka-Mazurczyk A., Zgórska K. 1990. Zależność między grubością perydermy a wielkością ubytków naturalnych w czasie przechowywania bulw ziemniaków. *Biul. Inst. Ziemn.* 40: 41-51.
78. Gąsiorowska B., Zarzecka K. 2002. Termin zbioru ziemniaka a straty przechowalnicze bulw. *Pam. Puł.* 130: 201-211.
79. Gastoł J. 1985a. Metoda badań odporności bulw na uszkodzenia mechaniczne, stosowana w doświadczeniach agrotechnicznych. *Biul. Inst. Ziemn.* 33: 7-18.
80. Gastoł J. 1985b. Wpływ temperatury gleby na uszkodzenia mechaniczne powstające w czasie zbioru. *Biul. Inst. Ziemn.* 33: 30-48.
81. Gastoł J., Jabłoński K. 1980. Agrotechniczna ocena przydatności różnych narzędzi uprawowych do zestawów wieloczynnościowych do uprawy ziemniaków. *Biul. Inst. Ziemn.* 2: 41-55.
82. Ghazavi M-A., Houshmand S. 2010. Effects of mechanical damage and temperature on potato respiration rate and weight loss. *World Applied Sci. J.* 8 (5): 647-652.
83. Głuska A. 1994. Wpływ ilości i rozkładu opadów w głównych miesiącach wegetacji (VI-IX) na plon ziemniaka w zależności od terminu sadzenia i wczesności odmiany. *Biul. Inst. Ziemn.* 44: 65-82.
84. Głuska A. 2003. Precyzyjne nawożenie i nawadnianie plantacji ziemniaków – światowe osiągnięcia do zastosowania w kraju. *Ziemniaki – nowe wyzwania – VIII 2003:* 53-56.
85. Głuska A., Soćko B., Wierzejska A., Wojdyło P., Zarzyńska K., Szutkowska M. 1988. Wrażliwość bulw 39 odmian ziemniaka na uszkodzenia mechaniczne oraz wpływ czynników agrotechnicznych na tę cechę. *Biul. Inst. Ziemn.* 37: 51-63.
86. Gójski B. 1994. Szacunek strat plonu ziemniaka w skali kraju z powodu zachwaszczenia plantacji. *Sesja Nauk. nt. "Makroproblemy produkcji ziemniaka w Polsce w okresie przemian organizacyjnoekonomicznych"*. Jadwisin: 32-35.
87. Gould W. A. 1995. Methods of detecting bruise damage at harvest. *Valley Potato Grower.* August: 11-12.
88. Grant W. J., Epstein E. 1973. Minimum tillage for potatoes. *Am. Potato J.* 50: 193-203.

89. Gruczek T. 1991. Przygotowanie do zbioru i zbiór ziemniaków z uwzględnieniem ograniczenia uszkodzeń mechanicznych bulw. *Ziemn. Pol.* 4: 12-18.
90. Gruczek T. 1996. Czynniki ograniczające uszkodzenia mechaniczne podczas zbioru. *Mat. Konf. Ziemniak, jako surowiec do przetwórstwa spożywczego. Inst. Ziemn. Bonin 28 – 29 maja: 17-22.*
91. Gruczek T. 2000. Mechanizacja produkcji ziemniaków i jej wpływ na jakość plonu. Seminarium specjalistyczne – Aktualne tendencje w technologii i przechowalnictwie ziemniaka jadalnego i sadzeniaków. *Bonin 27-28 VI.*
92. Gruczek T. 2001a. Efektywne sposoby walki z chwastami i ich wpływ na jakość bulw ziemniaka. *Biul. IHAR.* 217: 221-231.
93. Gruczek T. 2001b. System pielęgnowania ziemniaka a jakość plonu. *Fragm. Agronom.* 2: 37-51.
94. Gruczek T. 2003. Mechanizacja produkcji ziemniaków. *Ziemniak – nowe wyzwania. Agroserwis: 67-73.*
95. Gruczek T. 2004. Chemiczne i mechaniczne zwalczanie chwastów w ziemniakach oraz wpływ na jakość plonu. *Prog. Plant Protection/Post. Ochr. Roślin.* 44 (2): 715-717.
96. Gruczek T., Lutomirska B., Sowa-Niedziałkowska G. 2003. Podatność odmian ziemniaka na uszkodzenia mechaniczne bulw i straty przechowalnicze. *Ziemn. Pol.* 3: 10-17.
97. Gruczek T., Lutomirska B., Sowa-Niedziałkowska G. 2004. Podatność odmian ziemniaka na uszkodzenia mechaniczne bulw i straty przechowalnicze. *Biul. IHAR.* 232: 233-242.
98. Grudnik P. 2009. Energochłonność produkcji i przechowywania ziemniaków dla przetwórstwa spożywczego. *IBMER. Warszawa: 4-12.*
99. Gugała M., Zarzecka K., Baranowska A. 2008. Wpływ sposobów uprawy roli i odchwaszczania na występowanie wad w plonie ziemniaka. *Zesz. Probl. Post. Nauk Rol.* 530: 161-168.
100. GUS. 2012. *Rocznik Statystyczny Rolnictwa. ISSN: 1895-121X.*
101. Guttieri M. J., Eberlein C. V. 1997. Pre-emergence weed control in potatoes with rimsulfuron mixtures. *Weed Technology.* 11 (4): 755-761.



102. Hamouz K., Blahovec J. 2001. Role of environment in mechanical damage of potatoes. Proceedings of Conference Physical Method in Agriculture. Prague, Czech University of Agriculture in Prague 27.–30. 8. 2001: 106-111.
103. Hamouz K., Čepl J., Dvořák P. 2005. Influence of environmental conditions on the quality of potato tubers. Hort. Sci. (Prague). 32 (3): 89-95.
104. Hashim S., Marwat K. B., Hassan G. 2003. Chemical weed control efficiency in potato (*Solanum tuberosum* L.) under agro-climatic conditions of Peshawar, Pakistan. Pak. J. Weed Sci. Res. 9 (1-2): 105-110.
105. Haverkort A. J., Loon C. D., Van Eijck P., Van Scheer F. P., Schijvens E. P. H. M., Uitslag H., Baarveld H. R., Campobello E. W. A., Liefvink S. R., Peeten H. M. G. 2002. In road to processing industry. Plantijn Casparie, Den Haag. [http://www.aardappelpagina.nl/doc/ontheroad\\_po.pdf](http://www.aardappelpagina.nl/doc/ontheroad_po.pdf).
106. Horne A. S. 1912. Bruise in potato. J. Roy Hort. Soc. 38: 40-50.
107. Hudson D. E. 1975. The relationship between blackspot and specific gravity to bruise dept in potatoes. Am. Potato J. 52: 9-14.
108. Hughes J. C., Grant A., Faulks R. M. 1975. Susceptibility of tubers to internal damage (blackspot). Potato Res. 18: 338-339.
109. Hugues H. 1980. La pomme de terre. Production, amélioration, ennemis et maladies, utilisations. Praca zbiorowa pod redakcją Patrick Rousselle Édité, Yvon Robert, Jean-Claude Crosnier. Francaise, 1996. ss. 640.
110. Husnjak S., Filipović D., Košutić S. 2002. Influence of different tillage systems on soil physical properties and crop yield. Rostl. Vyr. 48: 249-254.
111. IHAR. 2012. Charakterystyka krajowego rejestru odmian ziemniaka. Wydanie XV. Jadwisin 2012. ss. 43.
112. Iritani W. M., Pettibone A. C., Weller L. 1997. Relationship of relative maturity and storage temperatures to weight loss of potatoes in storage. Am. Potato J. 54 (7): 305-314.
113. Jabłoński K. 1993a. Przygotowanie do zbioru i zbiór ziemniaków. W: Produkcja ziemniaków. Technologia - Ekonomia - Marketing, pod red. J. Chotkowskiego, Wyd. IHAR, Bonin: 51-55.
114. Jabłoński K. 1993b. Wpływ różnych czynników na uszkodzenia mechaniczne bulw. Ziemn. Pol. 4: 25-32.
115. Jabłoński K. 1997. Sadzenie, pielęgnacja i ochrona ziemniaków. SGGW, Warszawa. ss. 97.

116. Jabłoński K. 2008a. Nowoczesna uprawa ziemniaków. PMHZ Strzekęcín. ss. 120.
117. Jabłoński K. 2008b. Nowoczesne maszyny do zbioru ziemniaków. *Ziemn. Pol.* 3: 28-38.
118. Jabłoński K. 2009. Kierunki przewidywanych zmian w technologii produkcji ziemniaka do roku 2020. *Studia i Raporty IUNG PIB.* 17: 57-67.
119. Jabłoński K. 2010. Maszyny do produkcji ziemniaka dla małych i dużych plantacji. *Ziemn. Pol.* 3: 23-31.
120. Jabłoński K. 2011. Zasady sadzenia ziemniaków i charakterystyka sadzarek. *Ziemn. Pol.* nr 2: 1-5.
121. Jabłoński K., Bernat E. 2002. Agrotechniczne efekty bezpłużnej uprawy roli pod ziemniaki. *Pam. Puł.* 130: 301-308.
122. Jabłoński K., Czerko Z. 1995. Zbiór i przechowywanie ziemniaków. Wyd. Fundacji „Rozwój SGGW” Warszawa: 99.
123. Jamrocik E. 2007. Maszyny i narzędzia rolnicze. Maszyny do zbioru i sortowania ziemniaków. UTP Bydgoszcz: 188-204.
124. Kaaber L., Brathene E., Martinsen B. K., Homer J. 2001. The effect of storage conditions on chemical content of raw potatoes and texture of cooked potatoes. *Potato Res.* 44: 153-163.
125. Kalbarczyk R. 2004. Czynniki agrometeorologiczne a plony ziemniaka w różnych rejonach Polski. *Acta Agroph.* nr 4 (2): 339-350.
126. Kalbarczyk R. 2005. Wpływ opadów atmosferycznych na plonowanie ziemniaka w Polsce. *Biul. Nauk.* 25 (1): 133-145.
127. Kalbarczyk R., Kalbarczyk E. 2004. Czasowo-przestrzenna struktura opadów atmosferycznych w okresie wegetacji różnych grup wczesności ziemniaka w Polsce. *Acta Agroph.* 4 (3): 687-697.
128. Khan A. A., Vincent J. F. F. 1993. Compressive rigidity and fracture properties of apple and potato parenchyma. *J. Texture Studies*, 24 (4), 423-435.
129. Klikocka H. 2000. Badania nad wprowadzeniem nowych technologii uprawy ziemniaków. *Pam. Puł.* 120: 217-224.
130. Kolowca J., Krzysztofik B. 2003. Właściwości lepko-sprężyste miąższu bulw ziemniaka różnej wielkości. *Acta Agroph.* 2 (4): 771-776.

131. Konstankiewicz K., Pawlak K., Zdunek A. 2001. Quantitative method for determining cell structural parameters of plant tissues. *Int. Agroph.* 15 (3): 161-164.
132. Kral F. 1994. Mechanical damage to potato tubers. *Mechanizace Zemedelstvi.* 44: 32-37.
133. Kraska P., Pałys E., Kuraszkiewicz R. 2006. Zachwaszczenie łanu ziemniaka w zależności od systemu uprawy, poziomu nawożenia mineralnego i intensywności ochrony. *Acta Agroph.* 8 (2): 423-433.
134. Krzysztofik B. 1993. Wpływ grubości perydermy oraz wielkości komórek parenchymy na wielkość mechanicznych uszkodzeń bulw ziemniaka. *Zesz. Probl. Post. Nauk Rol.* 408: 339-348.
135. Krzysztofik B. 2001. Wpływ wybranych czynników na budowę anatomiczną i odporność bulw ziemniaka na mechaniczne uszkodzenia. *Inż. Rol.* nr 7/27. *Rozpr. hab. ss.* 87.
136. Krzysztofik B. 2009. Wpływ uprawy roli na stopień wyrównania wielkości bulw ziemniaka i plon skrobi. *Acta Agroph.* 14 (2): 355-365.
137. 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.
138. Krzysztofik B., Nawara P. 2007. Wpływ okresu przechowywania na straty masy bulw podczas obierania. *Inż. Rol.* 7 (95): 109-114.
139. Krzysztofik B., Sułkowski K. 2012. Wpływ wybranych czynników na wartość indeksu mechanicznych uszkodzeń bulw ziemniaka przeznaczonego do przetwórstwa spożywczego. *Biul. IHAR.* 266: 235-243.
140. Kucińska K. 2005. Na choroby ziemniaka Tanos® 50WG i Curzate® M 72,5 WP. *Ziemn. Pol.* nr 3: 42-44.
141. Kuźniewicz M., Bittner K., Fechner E. 1986. Lagerungsverluste bei Kartoffeln in Abhängigkeit von unterschiedlichen Aufbereitungsterminen. *Feldwirtschaft* 7: 314-316.
142. Kuźniewicz-Czerko M., Bittner K., Fechter E. 1993. Wpływ uszkodzeń mechanicznych na trwałość przechowalniczą bulw ziemniaka oraz na zdrowotność i plonowanie roślin odmian Beryl i Duet. *Biul. Inst. Ziemn.* 42.: 69-76.

143. Laerke P. E., Brierley E. R., Cobb A. H. 2000. Impact-induced blackspots and membrane deterioration in potato (*Solanum tuberosum* L.) tubers. *J. Sci. Food Agric.* 80: 1332-1339.
144. Laerke P. E., Christiansen J., Andersen M. N., Veierskov B. 2002. Blackspot bruise susceptibility of potato tubers during growth and storage determined by two different test methods. *Potato Res.* 45: 187-202.
145. Lewosz I., Reda S., Ryś D., Jastrzębski K., Piątek L. 1976. Skład chemiczny bulw ziemniaka a ich odporność na uszkodzenia mechaniczne. *Biul. Inst. Ziemn.* 18: 31-40.
146. Lisińska G. 1994. Ziemniak, jako surowiec dla przemysłu, wymagania w stosunku do surowca. *Post. Nauk Rol.* 1: 32-40.
147. Lisińska G., Rutkowski A. 1999. Czipсы ziemniaczane. *Przemysł spożywczy.* 1: 42-50.
148. Lulai E. C. 1996. Cellular changes and physiological responses to tuber pressure-bruising. *Am. Potato J.* 73: 197-209.
149. Lutomirska B. 1999. Zróżnicowanie odmian pod względem odporności bulw na uszkodzenia mechaniczne. *Mat. Konf. IHAR, Radzików 23-25 luty.*
150. Lutomirska B. 2000. Odporność polskich i zagranicznych odmian ziemniaka na uszkodzenia mechaniczne bulw. *Biul. IHAR* 214: 183-194.
151. Lutomirska B. 2004. Ziemniak ziemniakowi nierówny. *Raport Rolny* 38. <http://www.raportrolny.pl>.
152. Lutomirska B. 2005. Odmiany ziemniaka - jak wybrać w bogatej ofercie. *Ziemn. Pol.* 1: 11-13.
153. Lutomirska B. 2008. Wpływ opadów na odporność bulw na uszkodzenia mechaniczne w czasie zbioru. *Ziemn. Pol.* nr 3: 40-43.
154. Lutomirska B. 2009. Uszkodzenia mechaniczne bulw ziemniaka. *Wieś Jutra.* 2 (127): 27-28.
155. Łuszczuk K. 2004. Systemy nawadniania ziemniaków. *Ziemn. Pol.* nr 2: 16-19.
156. MacKeron D. K. L., Marshall B., Jeffries R. A. 1988. The distribution of tuber size in droughted and irrigated crops of potato. II. Relation between size and weight of tubers and variability of tuber-size distributions. *Potato Res.*: 279-288.
157. Makaraviciute A. 2003a. Effect of organic and mineral fertilizers on the yield and quality of different potato varieties. *Agronom. Res.* 1 (2): 197-209.

158. Makaraviciute A. 2003b. Effects of fertilization on potato tuber yield, starch and dry matter content. *Zemes ukio Mokslai*. 2: 35-42.
159. Marks N. 1986. Wpływ wybranych czynników na powstawanie mechanicznych uszkodzeń bulw ziemniaczanych. *Zesz. Nauk. AR w Krakowie* 107: 99.
160. Marks N. 1998. Wpływ techniki uprawy na plon i cechy jakościowe bulw ziemniaka. *Inż. Rol.* 2: 175-187.
161. Marks N. 2005. Kopanie bezpieczne dla jakości bulw. *Agrotechnika*. nr 9 (525): 22-25.
162. Marks N. 2009. Mechaniczne uszkodzenia bulw ziemniaka. *Pol. Tow. Inż. Rol.* Kraków. ss. 117.
163. Marks N., Baran P., Baran D. 1998. Wpływ technologii zbioru, na jakość pozyskiwanego plonu ziemniaka. *PAU Prace Komisji Nauk Rolniczych*. nr 1: 101-107.
164. Marks N., Baran D., Baran P., Krzysztofik B., Sobol Z. 1997a. Wpływ nowej techniki nawożenia na podstawianie mechanicznych uszkodzeń bulw oraz jakość zbieranego plonu ziemniaków. *Inż. Rol.* 1: 77-83.
165. Marks N., Baran D., Baran P., Krzysztofik B., Sobol Z. 1997b. Wpływ nowej techniki uprawy na powstawanie mechanicznych uszkodzeń bulw ziemniaka podczas zmechanizowanego zbioru. *Inż. Rol.* 1: 71-76.
166. Marks N., Baran P., Sobol Z. 1992. Wpływ czynników agrotechnicznych na powstawanie mechanicznych uszkodzeń bulw ziemniaka podczas zbioru. *Zesz. Nauk. AR w Krakowie* nr 276, *Mechanizacja i Energetyka Rolnictwa*: 15-38.
167. Marks N., Baran P., Sobol Z. 1993. Wpływ rozkładu temperatur w okresie wegetacji na wielkość mechanicznych uszkodzeń bulw ziemniaka. *Zesz. Probl. Post. Nauk Rol.* 408: 329-338.
168. Marks N., Biel M., Krzysztofik B. 1981. Określenie wpływu wielkości i ciężaru bulw na kształtowanie się wytrzymałości mechanicznej bulw wybranych odmian. *Rocz. Nauk. Rol.* C-75-1: 109-124.
169. Marks N., Krzysztofik B. 2001. Proekologiczna technika nawożenia a jakość zbieranego plonu bulw ziemniaka. *Inż. Rol.* nr 1 (21): 205-211.
170. Marks N., Krzysztofik B., Sobol Z. 2000. Wpływ obciążenia bulw w masie na jej odporność mechaniczną. *Inż. Rol.* 8: 141-147.

171. Marks N., Krzysztofik B., Sobol Z., Baran D., Baran P. 1996. Wpływ warunków klimatycznych i składu chemicznego bulw ziemniaka na powstawanie mechanicznych uszkodzeń bulw podczas zbioru. Zesz. Probl. Post. Nauk Rol. 444: 239-246.
172. Marks N., Sobol Z. 1998. Wpływ metod uprawy i pielęgnacji na powstawanie mechanicznych uszkodzeń bulw ziemniaka podczas zbioru. Zesz. Nauk. AR Kraków, Tech. Rol. 16: 27-38.
173. Marks N., Sobol Z., Baran P. 1993. Określenie zależności pomiędzy kształtem bulwy ziemniaka a jej podatnością na mechaniczne uszkodzenia w warunkach badań laboratoryjnych. Zesz. Nauk. AR Kraków, Mech. i Energet. Rol. 12: 101-110.
174. Marks N., Szmigiel A., Krzysztofik B., Sobol Z., Baran D. 1998. Wpływ nawożenia fosforowego na powierzchnię asymilacyjną liści, plon i mechaniczne uszkodzenia bulw ziemniaka. Inż. Rol. 5: 133-139.
175. Martins F. 1996. Instrumental tests for blackspot evaluation. 13<sup>th</sup> Trien. Conf. EAPR. Veldhofen, The Netherlands: 328-329.
176. Matheis G. 1987. Polyphenol oxidase and enzymatic browning of potatoes (*Solanum tuberosum*). I. Properties of potato polyphenol oxidase. Chemie, Mikrobiologie, Technologie der Lebensmittel 11: 5-12.
177. Mathew R., Hyde G. M. 1997. Potato impact damage thresholds. Trans. ASAE. 40: 705-709.
178. Mayer V., Vejchar D., Pastorková A. 2008. Measurement of potato tubers resistance against mechanical loading, Res. Agr. Eng. 54 (1): 22-31.
179. McGarry A., Hole C. C., Drew R. L. K., Parsons N. 1996. Internal damage in potato tubers: a critical review. Postharvest Biology & Technology. 8: 239-258.
180. McNabney M., Dean B. B., Bajema R. W., Hyde G. M. 2000. The effect of potassium deficiency on chemical, biochemical and physical factors commonly associated with blackspot development in potato tubers. Am. J. Potato Res. 76: 53-60.
181. McRae D. C., Fleming J. 1994. Potato damage – where it occurs and how to avoid it. Potato marketing board. Oxford. ss. 32.
182. Mišovic M. M., Brocic Z. A., Momirovic N. M., Šinzar B. C. 1997. Herbicide combination efficacy and potato yield in agro-ecological conditions of Dragacevo. Acta Hort. 462: 363-368.

183. Mondy N. I., Klein B. P., Smith L. I. 1960. The effect of maturity and storage on phenolic enzymatic activity and discoloration of potatoes. *Food Res.* 25: 693-705.
184. Mrówczyński M., Wachowiak H., Pruszyński G. 2006. Zagrożenie upraw rolniczych przez szkodniki glebowe. *Prog. Plant Protection/Post. Ochr. Roślin* 46 (1): 300-304.
185. Muzalewski A. 2003. Koszty eksploatacji maszyn. IBMER Warszawa. ss. 39.
186. Nawara P. 2006. Wpływ kształtu bulw ziemniaka na straty masy podczas obierania. Praca doktorska AR Kraków: 1-91.
187. Netherlands Potato Consultative Foundation (NIVAP). <http://www.potato.nl>.
188. Nowacki W. 2002. Parametry jakości ziemniaka konfekcjonowanego – genetyczne i środowiskowe uwarunkowania. *Zesz. Probl. Post. Nauk Rol.* 489: 335-346.
189. Nowacki W. 2006a. Straty plonu handlowego ziemniaków powodowane przez choroby i szkodniki w 2005 roku. *Prog. Plant Protection/Post. Ochr. Roślin.* 46 (1): 193-201.
190. Nowacki W. 2006b. Straty w plonie handlowym czynnikiem determinującym efektywność ekonomiczną produkcji ziemniaków jadalnych. *Rocz. Nauk. Stow. Ekon. Rol. i Agrobiznesu* 8 (1): 133-136.
191. Nowacki W. 2006c. Udział plonu handlowego w plonie ogólnym jadalnych odmian ziemniaka. *Zesz. Probl. Post. Nauk Rol.* 511: 429-440.
192. Nowacki W. 2007. Plon handlowy i straty przechowalnicze ziemniaka jadalnego uprawianego w systemie ekologicznym i integrowanym. *Journal of research and Applications in Agricultural Engineering.* vol. 52 (4): 5-9.
193. Nowacki W. 2010. Monitoring oceny jakości ziemniaka jadalnego w Polsce. *Wieś Jutra.* 2 (139): 8-9.
194. Nowacki W., Czerko Z., Goliszewski W., Gruczek T., Głuska A., Lutomirska B., Trawczyński C., Szutkowska M., Sowa-Niedziałkowska G., Zarzyńska K. 2005. *Metodyka integrowanej produkcji ziemniaka. Praca zbiorowa pod kierunkiem W. Nowackiego.* Warszawa. ss. 85.
195. Nowacki W., Podolska G. 2005. Intensywność technologii a jakość ziemniaków. *Efektywność i bezpieczne technologie produkcji roślinnej – Puławy 1-2 VI:* 135-140.

196. Nowak L. 2006. Nawadnianie roślin okopowych. W: Nawadnianie roślin. Pr. zbior. Red. S. Karczmarczyk, L. Nowak. Poznań. PWRiL: 368-372.
197. Nyc K. 2006. Wprowadzanie systemów nawadniających. W: Nawadnianie roślin. Pr. zbior. Red. S. Karczmarczyk, L. Nowak. Poznań. PWRiL: 157-174.
198. Parker W., Howard J. 2001. The biology and management of wireworms on potato with particular reference to the UK. – *Agric. Forest Ent.* 3: 85-98.
199. Pawińska M. 2007. Kierunki zmian w ochronie ziemniaka. *Mat. Konf. Nauk.-Szkol. nt. „Nasiennictwo i ochrona ziemniaka”*. Kołobrzeg, 19-20 kwietnia: 74-78.
200. Pavek J., Corsini D., Nissley F. 1985. A rapid method for determining blackspot susceptibility of potato clones. *Am. Potato J.* 62: 511-517.
201. Pawlak K., Król A. 1999. Zmiany struktury tkanki bulwy ziemniaka w wyniku deformacji. *Acta Agroph.* 24: 110-121.
202. Pätzold C. 1973. Der Einfluss von Anbaumaßnahmen auf die Beschädigungsempfindlichkeit von Kartoffelknollen Kali-Briefe Fachgeb. Acker und Pflanzenbau: 1-10.
203. Peters R. 1996. Damage of potato tubers, a review. *Potato Res.* vol. 39, iss. 4: 479-484.
204. Peters R. 2001. Trends In der Kartoffeltechnik – *Landtechnik* 6: 382-386.
205. Peterson C. L., Hall C. V. 1975. Dynamic mechanical properties of the Russet Burbank potato as related to temperature and bruise susceptibility. *Abstr. Am. Potato J.* 52: 289.
206. Piech T. 1994. Określenie zależności korelacyjnej między poziomem mechanicznych uszkodzeń bulw ziemniaka a stratami przechowalniczymi *Zesz. Nauk. AR Kraków z. 13 (294): 21-32.*
207. Pirogovskaya G. V., Yukhnevich M. I., Soroko V. I., Rusalovich A. M., Kostyukevich L. I. 2002. Effectiveness of application of organic and mineral fertilizers at potato cropping. *Pochvovedenie i Agrokimiya.* 32: 162-334.
208. Płaza A. 2008. Wsiewki zamiast obornika. *Agrotechnika.* nr 1: 21-23.
209. Płaza A., Ceglarek F., Buraczyńska D. 2004. Tuber yield and quality of potato fertilized with intercrop companion crops and straw. *Electr. Jour. Pol. Agric. Univ., Ser. Agronom.* 7, 1.
210. Płaza A., Królikowska M. A. 2008. Plonowanie i jakość ziemniaka przeznaczonego do przetwórstwa spożywczego w zależności od nawożenia wsiewkami międzyplonowymi. *Zesz. Probl. Post. Nauk Rol.* 530: 135-141.



211. Polska Norma dotycząca pobierania próbek: PN 75/R-74452.
212. Pomykalska A. 1991. Badania nad określeniem progów szkodliwości chwastów w łanie ziemniaków. *Rocz. Nauk Rol., Ser. A.* 109 (2): 21-35.
213. Porter G. A., Opena G. B., Bradbury W. B., McBurnie J. C., Sisson J. A. 1999. Soil management and supplemental irrigation effects on potato: I. Soil properties, tuber yield and quality. *Agron. Journal*, vol. 91, May-June: 416-425.
214. Preston D., Glynn M. 1995. Bruising evolution of different cultivars on machines. *Spudman* 33: 16-23.
215. Pringle B., Bishop C., Clayton R. 2009. Disease Control in Store. In: "Potatoes Postharvest". Oxfordshire: CAB International. ISBN 9780 851 99 5021.
216. Prośba-Białczyk U., Spyrka B. 2010. Wpływ niektórych czynników siedliskowych na powstawanie uszkodzeń mechanicznych bulw ziemniaka. *Zesz. Probl. Post. Nauk Rol.* 557: 173-182.
217. Przybył J. 2008. Jak zbierać ziemniaki, żeby nie uszkodzić. *Agrotechnika*. nr 9: 54-57.
218. Qi H. P., Hu W. Z., Jiang A. L., Tian M. X. 2011. Effect of mechanical damage on the potato's nutrients with various distance. *Advanced Materials Research*. vols. 236-238: 2973-2979.
219. Reust W., Winiger F. A., Hebeisen T., Dutoit J. P. 2001. Assessment of the physiological vigour of new potato cultivars in Switzerland. *Potato Res.* 44: 11-17.
220. Rolbiecki S., Wojdyła T., Czekanowski C., Rolbiecki R., Grzelak B. 2004. Wpływ deszczowania i dawki azotu na plon, skład chemiczny oraz wartość przechowalniczą bulw ziemniaka odmiany Mors. *Annales UMCS. sec. E.* 59 (3): 1389-1395.
221. Rosocha V., Hausvater E., Vokal B. 2000. Skladvkové choroby. In: *Brambory*. Praha: 143-151.
222. Rozporządzenie. 2003. Rozporządzenie Ministra Rolnictwa i Rozwoju Wsi w sprawie szczegółowych wymagań w zakresie jakości handlowej ziemniaków. *Dz. U.* Nr 194, poz. 1900.
223. Roztropowicz S., Czerko Z., Głuska A., Goliszewski W., Gruczek T., Lis B., Luromirska B., Nowacki W., Wierzejska-Bujakowska A., Zarzyńska K., Zgórska K. 1999. *Metodyka obserwacji, pomiarów i pobierania prób w agrotechnicznych doświadczeniach z ziemniakiem*. Wyd. IHAR Jadwisin. ss. 50.

224. Roztropowicz S., Czernik L. 1985. Wstępne uszeregowanie 30 odmian ziemniaka pod względem odporności bulw na uszkodzenia mechaniczne. Biul. Inst. Ziemn. 33: 19-26.
225. Roztropowicz S., Somorowska K., Czernik L. 1985. Skład chemiczny bulw 18 odmian ziemniaka o różnej podatności na uszkodzenia mechaniczne, oznaczanej metodą sortownika laboratoryjnego J. Gastoła w Jadwisinie. Biul. Inst. Ziemn. 33: 27-34.
226. Sądej W. 2008. Ocena zespołu sprężykowatych (*Elateridae*) na stanowisku po zlikwidowanym sadzie. Prog. Plant Protection/Post. Ochr. Roślin 48 (3): 952-955.
227. Schepl U., Paffrath A. 2004. Drahtwürmer im Ökologischen Kartoffelanbau. Landwirtschaftskammer NRW, Bonn, <http://www.orgprints.org/00003326>.
228. Schörling E. 2000. Ursachen für das unterschiedliche Auftreten von Lagerdruckstellen. Kartoffelbau, 51. Jg. (8) 2000: 332-336.
229. Schpecht A. 1986. Jahre Beschädigungsuntersuchungen bei Kartoffeln Sorten. Der Kartoffelbau 1: 20.
230. Sęk T., Florczak Z. 1982. Możliwości zmniejszenia uszkodzeń bulw ziemniaczanych podczas zbioru kombajnami. Maszyny i Ciągniki Rolnicze 6: 22-25.
231. Sirtautaitė S., Trečiokaitė E., Dris R., Niskanen R. 2001. The influence of storage temperature on composition and process ability of potato cultivars. Acta Hort. 553: 713-714.
232. Slim J. 1996. The kinds and reasons of mechanical tuber damage in Estonia. 13<sup>th</sup> Trien. Conf. EAPR. Veldhofen, The Netherlands: 228-229.
233. Smittle D. A., Thornton R. E., Peterson C. L., Dean B. B. 1974. Harvest potatoes with minimum damage. Am. Potato J. vol. 51, iss. 5: 152-164.
234. Sobol Z. 2005a. Określenie strat ilościowych bulw ziemniaka cz. I. Straty spowodowane kiełkowaniem. Inż. Rol. 10 (70): 341-348.
235. Sobol Z. 2005b. Określenie strat ilościowych bulw ziemniaka cz. II. Ubytki naturalne. Inż. Rol. 10 (70): 349-357.
236. Songin W. 1998. Międzyplony w rolnictwie proekologicznym. Post. Nauk Rol. R. 45/50. nr 2: 43-51.
237. Sowa-Niedziałkowska G. 1999. Wpływ wybranych czynników na zmiany ilościowe w czasie przechowywania odmian jadalnych. Konferencja naukowa.

- Ziemniak jadalny i dla przetwórstwa spożywczego – czynniki agrotechniczne i przechowalnicze warunkujące jakość. Radzików: 96-99.
238. Sowa-Niedziałkowska G. 2000. Wpływ warunków wzrostu roślin i magazynowania bulw odmian jadalnych ziemniaka na ich trwałość przechowalniczą. *Biul. IHAR*. 213: 225-232.
239. Sowa-Niedziałkowska G. 2002. Wpływ naturalnych sposobów ograniczających intensywność przemian ilościowych w bulwach ziemniaka w czasie przechowywania. *Zesz. Probl. Post. Nauk Rol.* 489: 355-363.
240. Sowa-Niedziałkowska G. 2003. Straty przechowalnicze i ich ograniczanie. *Ziemniaki nowe wyzwania. Agro serwis, IHAR. Stowarzyszenie Polski Ziemniak. Warszawa: 73-77.*
241. Sowa-Niedziałkowska G., Gruczek T. 2002. Wpływ sposobu zbioru ziemniaka na straty przechowalnicze. *Ziemn. Pol.* 4: 21-26.
242. Spyrka B. 2011. Powstawanie uszkodzeń mechanicznych bulw ziemniaka w zależności od warunków termicznych panujących podczas zbioru. *Wyd. EPISTEME*. nr 12, t. 1: 241-246.
243. Stark J. C., Corsini D. L., Hurley P. J., Dwelle R. B. 1985. Biochemical characteristics of potato clones differing in blackspot susceptibility. *Am. Potato J.* 62: 657-666.
244. Stark J. C., Love S. L. 2003. *Potato Production Systems*. University of Idaho Agriculture Communications, Moscow, Idaho. ss. 426.
245. StatSoft, Inc. 2011. STATISTICA (data analysis software system), version 10. <http://www.statsoft.com>.
246. Stevenson W. R., Loria R., Franc G. D., Weingartner D. P. 2001. *Compendium of potato diseases, 2<sup>nd</sup> edition*. APS Press. ss. 144.
247. Stopa R., Smolnicki T. 2011. Modelowanie rozkładów przemieszczeń walcowej próbki bulwy ziemniaka przy obciążeniu osiowym metodą elementów skończonych. *Inż. Rol.* 9 (134): 223-230.
248. Storey R. M. J. 2008. The canon of potato research. Damage and bruising. *Potato Research*. vol. 50 no. 3/4: 391-394.
249. Storey R. M. J., Davies H. V. 1992. Tuber quality. In: Harris P. M. (ed.), *The Potato Crop*. London, Chapman & Hall: 507-569.
250. Szeptycki A. 1998. Przygotowanie pod ziemniaki gleb trudniejszych w uprawie. *Mech. Rol.* 11: 14-15.

251. Szeptycki A. 2002. Efektywność postępu technicznego w technologiach towarowych produkcji ziemniaka. Inż. Rol. 1. ss. 128.
252. Szmigiel A., Marks N., Krzysztofik B., Sobol Z., Baran D. 2000. Wpływ nawożenia fosforem na plon i ważniejsze cechy jakościowe bulw ziemniaka. Biul. Reg. Zakł. Dor. Roln. AR w Krakowie 320: 11-14.
253. Šařec P., Hamouz K., Šařec O., Dvořák P. 2006. Susceptibility to mechanical damage of potatoes cultivated in different environmental conditions. Int. Agroph. 20: 47-53.
254. Tanaś W. 2007. Efektywność wykorzystania zmodernizowanej górkii palcowej w maszynach do zbioru ziemniaka. Inż. Rol. 8 (96): 273-280.
255. Tanaś W. 2008. Parametry konstrukcyjne rolkowego separatora czyszczącego do ziemniaków. Inż. Rol. 10 (108): 261-267.
256. Tanaś W., Zawierucha M. 2006. Proces separacji mieszaniny technologicznej na górcie palcowej kombajnu do zbioru ziemniaków. Inż. Rol. 12 (87): 501-509.
257. Tester R. F., Ansell R., Snape C. E., Yusuph M. 2005. Effects of storage temperature and annealing conditions on the structure and properties of potato (*Solanum tuberosum*) starch. Int. J. Biol. Macromolecules. 36: 1-8.
258. Thornton R.E., Timm H. 1990. Influence of fertilizer and irrigation management on tuber bruising. Am. Potato J. 67: 45-54.
259. Tiessen K. H. D., Lobb D. A., Mehuys G. R., Rees H. W. 2007. Tillage translocation and tillage erosivity by planting, hilling and harvesting operations common to potato production in Atlantic Canada. J. of Soil and Tillage Res. vol. 97, iss. 2: 123-129.
260. Trawczyński C. 2009. Wpływ nawadniania kropłowego i fertygacji na plon i wybrane elementy jakości bulw ziemniaka. Infrastruktura i ekologia terenów wiejskich. nr 3: 55-67.
261. Trybała M. 1996. Potrzeby wodne roślin uprawnych. W: Gospodarka wodna w rolnictwie: pod red. M. Trybały. PWRiL: 120-142.
262. Tsyganov A., Vildflush I., Persikowa T., Masterov A. 2000. The influence of organic and mineral fertilizers on yield and quality of winter rye and potato. Folia. Univ. Agric. Stetin. 211, Agric. 84: 511-514.
263. Urbanowicz J. 2004. Występowanie chwastów w ziemniaku i metody ich zwalczania na terenie Polski. Biul. IHAR. 232: 185-191.

264. Wachowiak M. 2005. Technika stosowania środków ochrony roślin w uprawie ziemniaka. *Ziemn. Pol.* nr 3: 26-30.
265. Waddeli J. T., Gupta S. C., Moncrief J. F., Rosen C. J., Steele D. D. 1999. Irrigation and nitrogen management effects on potato yield, tuber quality and nitrogen uptake. *Agron. Journal* 91 (6): 991-997.
266. Waszkiewicz C., Sypuła M., Rosa P. 2007. Wpływ wybranych czynników na wskaźniki jakości pracy kopaczki ładującej. *Inż. Rol.* 3 (91): 187-194.
267. Weber J., Grassert V., Effmert B. 1980. Untersuchungen über Beziehungen von Schwarzfleckigkeit und Gewebemerkmale bei Kartoffelknollen. *Potato Res.* 23: 311-317.
268. Wróbel S. 2005. Jak ograniczyć straty przy zbiorze ziemniaków. *Poradnik Gospodarski*, lip. – sierp. 2005: 12-13.
269. Zadina J. 1981. Oddnost brambor proti mechanickeu poskozeni ve vstahu k delce vegetacni doby a ke skrobnosti. *Vedelcke Prace Vyzk a slecht. Ustavu Bramborovskeho v Havlickowe Brode* 8: 91-104.
270. Zarzecka K., Ceglarek F., Gąsiorowska B., Gruzewska A. 1999. Impact of weed control on potato infestation and yielding. *Electron. J. Polish Agric. Universities, S. Agronomy* 2 (2): 1-8.
271. Zarzecka K., Gugała M. 2004. Kształtowanie się zachwaszczenia odmian ziemniaka w zależności od sposobu pielęgnacji. *Biul. IHAR.* 232: 177-184.
272. Zarzyńska K. 2000. Masa a kształt bulw u odmian jadalnych ziemniaka. *Biul. IHAR* 213: 31-36.
273. Zarzyńska K. 2002. Znaczenie cech morfologicznych sadzeniaków w uprawie ziemniaka. Cz. I. Zależność między wielkością sadzeniaka a niektórymi cechami bulwy i rośliny potomnej. *Fragm. Agron.* 3: 60-73.
274. Zarzyńska K. 2003. Znaczenie cech morfologicznych sadzeniaków w agrotechnice ziemniaka. *Ziemn. Pol.* 3: 2-7.
275. Zawora T. 1993. Calendar of meteorological conditions affecting vegetation of the cultivated plants in South-East Poland over 1901 – 1990. *Zesz. Nauk. Uniw. Jagiell., Prace Geograficzne.* ss. 95.
276. Zgórska K. 1989. Biologiczne i ekologiczne czynniki warunkujące podatność bulw na powstawanie ciemnej plamistości poudzierzeniowej. *Inst. Ziem. Bonin. (Rozpr. hab.).* ss. 91.

277. Zgórska K., Frydecka-Mazurczyk A. 1997. Temperatura przechowywania ziemniaka w zależności od kierunku użytkowania. *Ziemn. Pol.* 4: 16-19.
278. Zgórska K., Frydecka-Mazurczyk A. 2000a. Czynniki wpływające na ciemną plamistość pouszkodzeniową. *Biul. IHAR.* 213: 253-259.
279. Zgórska K., Frydecka-Mazurczyk A. 2000b. Wpływ warunków w czasie wegetacji oraz temperatury przechowywania na cechy jakości ziemniaków przeznaczonych do przetwórstwa. *Biul. IHAR.* 213: 239-259.
280. Zgórska K., Frydecka-Mazurczyk A. 2002. Zmiany jakościowe bulw w czasie przechowywania i obrotu. (w: *Produkcja i rynek ziemniaków jadalnych.* Pod red. J. Chotkowskiego), Warszawa. *Wiś Jutra:* 202-211.
281. Žitňák M. 2008. Efektívne využívanie dopravných prostriedkov pri zbere zemiakov. In: *Vozidla: nové trendy v konštrukcii a eksploatacie vozidiel.* SPU v Nitra, ISBN 978-80-552-0106-1.