Odkładanie kalozy w zranionej tkance bulw (*Solanum tuberosum* L.) a odporność na patogeny chorób przechowalniczych

JOLANTA MOLAS

Zakład Biologii Roślin, Instytut Nauk Rolniczych w Zamościu, Akademia Rolnicza w Lublinie, H. Sawickiej 102, 22-400 Zamość

(Otrzymano dn. 3.07.1987)

Jolanta Molas (*Department of Plant Biology, Agricultural Academy of Lublin, Zamość College of Agriculture, 22-400 Zamość, H. Sawickiej 102, Poland*) Acta Agrobotanica 41 (2): 225-236, 1988.
*Deposition of callose in wound tissue tuber of potato (*Solanum tuberosum* L.)*

Abstract

Fluorescent methods were used for investigation of callose deposition in cells of wound tuber tissue of potato. Potato cultivars: Tarpan, Certa and Narew were examined. Deposition of callose in cells depended on the place of the wound, type of tissue and cultivar of potato. The apical part deposited more callose than the base part and the primary bark more than the pith crown. More callose was deposited in Tarpan, less in Certa, least in Narew. The quantity of the callose corresponded to the resistance to store diseases i.e. fungal dry mixed rots. As the temperature during storage and healing of the wounded tuber was declined, the quantity of callose after injury decreased.

WSTĘP

Uszkodzenia mechaniczne oraz infekcja tkanki bulw ziemniaka powodują rozległe zmiany w metabolizmie tkanki zranionej, a ich tempo i kierunek decydują o szybkości gojenia się, intensywności reakcji obronnych lub ich braku. Intensywność czynnych reakcji obronnych przypuszczalnie zależy od miejsca zranienia bulwy, typu tkanki uszkodzonej oraz od odmiany ziemniaka. Komórki w miejscu zranienia mogą się różnić: fazą cyklu komórkowego, gotowością do podziałów, gotowością do korkowacenia, zdolnością do wyłączenia uszkodzonej części symplastu za pomocą kalozy.

Pierwszą reakcją komórek znajdujących się w sąsiedztwie rany jest odłożenie kalozy, która ogranicza kontakt symplastowy (utrzymujący się za pomocą plazmodesm) z dalszymi komórkami.

Kaloza jest polimerem glukozy połączonej wiązaniami glikozydowymi w pozycji β -1,3. Po uszkodzeniu tkanki może być polimeryzowana w ciągu kilku sekund (Eschrich, 1975). Synteza kalozy przebiega w obecności enzymu syntetazy β -1,3 glukanu — kalazy, związanego z plazmalemmą (Gabara, 1975). Proces syntezy kalozy jest regulowany stężeniem jonów wapnia Ca^{+2} (Kauss, 1985). Kaloza może być rozkładana przez 1,3- β -glukanazę (Rabentoandro, 1976; Dickerson, 1978). Autorzy sugerują, że 1,3- β -glukanaza jest wytwarzana przez patogeny (grzyby), co uniemożliwia nawarstwianie się kalozy w tkance. 1,3- β -glukanaza może być syntetyzowana również przez komórki tkanki zainfekowanej (Netzer, 1979; Pegg, 1981). Podwyższoną aktywność tego enzymu zaobserwowano u odmian pomidorów wrażliwych na *Verticilium alboatrum*.

Kaloza wykazuje zdolność silnego pęcznienia w wodzie. W stanie spęcznienia stanowi barierę dla przepływu wody i związków w niej rozpuszczonych, dzięki czemu umożliwia szybkie izolowanie się protoplastu w razie uszkodzenia sąsiednich komórek (Hejnowicz, 1980).

Kaloza występuje stale bądź okresowo w elementach sitowych, przy czym w przypadku uszkodzenia ciągu tych elementów czopuje pory sit, leżących w sąsiedztwie zranienia (Hejnowicz, 1980). Kaloza występuje również w przegrodzie pierwotnej dzielących się komórek, w zarodkach ziarniaków zbóż, w różnicujących się komórkach szparkowych, w zawiązkach liściowych (Gabara, 1975), w strefie odcinania liści (Poovaiah, 1974).

Synteza kalozy w tkankach roślinnych może być indukowana działaniem różnego typu stresów: traktowaniem wysoką temperaturą (McNairn, 1972), niską temperaturą (Mjumder, 1967), działaniem ultradźwięków (Currier, 1964), urazami mechanicznymi (Jaffe, 1983), działaniem bodźca grawitacji (Jaffe, 1984), na skutek infekcji grzybowych (Aist, 1976; Hinch, 1982; De Leeuw, 1985) oraz w wyniku uszkodzenia tkanki (Eschrich, 1975).

Kaloza odłożona w komórkach w efekcie uszkodzenia rośliny zabezpiecza miejsce zranienia przed infekcją mikroorganizmów.

Celem pracy było zbadanie, czy istnieje zależność między tempem odkładania i ilością kalozy w tkance zranionej bulwy a odpornością badanych odmian ziemniaka: Tarpan, Certa, Narew na patogeny.

MATERIAŁ I METODY

Badano trzy odmiany ziemniaka: Tarpan, Certa, Narew, które otrzymano z Instytutu Ziemniaka w Jadwisinie. Odmiany te różnią się odpornością na uszkodzenia mechaniczne i patogeny, powodujące choroby okresu przechowywania bulw, głównie zgniliznę mieszaną ziemniaka (Kapsa, 1985). Według klasyfikacji odporności odmian na zgniliznę mieszaną ziemniaka w skali 9-stopniowej najbardziej odporna z testowanych odmian jest odmiana Tarpan

— 5,4, nieco mniej odporna jest Certa — 5,3, mało odporna jest odmiana Narew — 3,3.

W celu wykrycia kalozy w zranionej tkance bulwy ziemniaka zastosowano metodę fluorescencyjną.

METODA MIKROSKOPII FLUORESCENCYJNEJ DO WYKRYWANIA KALOZY
(Eschrich i Currier, 1964; w modyfikacji Jaffe i in., 1983)
(Metoda mikroskopowa)

Skrawki tkanki zranionej bulwy ziemniaka sporządzano z materiału utrwalonego w utrwalczu Carnoy (kwas octowy: alkohol etylowy w stosunku 1:3), następnie płukano w buforze fosforanowym o pH — 9,5. Skrawki barwiono w 0,005% błękitie aniliny o pH — 9,5 przez 10 minut. Preparaty oglądano przy użyciu filtrów BG 3, BG 12, BG 13.

Fluorescencja kalozy (żółto-zielona o λ 550 nm) wzbudzana jest światłem o λ 332 nm.

METODA POMIARU NATĘŻENIA FLUORESCENCJI KALOZY Z MAKROSKOPOWEJ POWIERZCHNI
ZRANIENIA BULWY ZIEMNIAKA
(Metoda makroskopowa)

Natężenie fluorescencji kalozy w tkance zranionej bulwy ziemniaka mierzono w specjalnie skonstruowanym przyrządzie, w świetle odbitym (rys. 1). Jako źródła światła użyto lampy rtęciowej typ HBO 200 W. Strumień światła

Rys. 1. Schemat przyrządu do pomiaru natężenia fluorescencji kalozy z makroskopowej powierzchni zranienia ziemniaka

Z — źródło światła, f_1 — filtr absorpcyjny, f_2 — filtr wzbudzający, P — podstawa do umieszczania próby badanej, f_3 — żółty, szklany filtr Schotta, F — fotodioda, R_0 — opornik, M — miernik

Fig. 1. A diagram of the instrument for measuring the intensity of fluorescence of callose from the macroscopic surface of potato tuber wound tissue

Z — light source, f_1 — absorption filter, f_2 — exitation filter, P — sample plate, f_3 — yellow, glass Schott filter, F — photodiode, R_0 — resistor, M — measuring device

wzbudzonego był wstępnie filtrowany przez filtr ochronny Schotta BG 2/2 mm, absorbujący promienie ciepłne. Następnie przechodził przez filtr wzbudzający Schotta UG 1/1,5 mm. Strumień światła odbitego od powierzchni badanej przepuszczano przez filtr przysłonowy w celu umożliwienia całkowitego pochłonięcia światła wzbudzającego, a pozostawienia światła fluorescencyjnego. W tym celu zastosowano szklany filtr żółty Schotta OG 4. Jako detektora promieniowania użyto fotodiody typu BPYP 35, połączonej szeregowo z opornikiem. Wzrost natężenia światła padającego na fotodiode prowadził do wzrostu natężenia prądu płynącego w obwodzie fotodiody. Spadek napięcia na oporniku mierzono przy pomocy miernika typu SV 1513, prod. ME-RA-TRONIK. W celu zbadania wpływu temperatury na odkładanie kalozy w tkance zranionej, bulwy ziemniaka przechowywano w temperaturach: 16, 10, 4, 0°C, w tych temperaturach raniono je i wykonywano pomiary natężenia fluorescencji.

Do badań przygotowywano krążki o powierzchni 3,14 cm² i grubości 1,00 mm, wycięte z bulwy ziemniaka. Krążki te umieszczano w przyrządzie i rejestrowano natężenie światła odbitego od powierzchni zranionej tkanki. Emisja światła odbitego od fragmentu tkanki nie barwionej błękitem aniliny spowodowana była fluorescencją własną ścian komórkowych i skrobi. Następnie na krążek наносzono przy pomocy pipety 0,005 % błękit aniliny, zbuforowany buforem fosforanowym o pH 9,5 i wykonywano pomiary. Różnicę między natężeniem światła odbitego od powierzchni zranionej bulwy ziemniaka barwionej błękitem aniliny a natężeniem światła odbitego od tkanki nie barwionej przyjęto jako świecenie fluorescencyjne kalozy odkładanej w komórkach po zranieniu bulwy.

Pomiary wykonano w 40 powtórzeniach, biorąc jedną próbę (wycinek tkanki) z jednej bulwy. Dla porównania natężenia fluorescencji kalozy po zranieniu bulwy u odmian: Tarpan, Certa i Narew fragment tkanki wycinano z części wierzchołkowej bulwy, przy czym fragment ten obejmował koronę rdzeniową. Dla zbadania natężenia fluorescencji kalozy po zranieniu bulwy w poszczególnych częściach morfologicznych i anatomicznych skrawki przygotowywano z jednej bulwy. W jednej serii krążki obejmujące tkankę korony rdzeniowej wycinano z części nasadowej i wierzchołkowej bulwy, w drugiej sporządzano je z kory pierwotnej i korony rdzeniowej. Pomiary każdej serii wykonano w czterdziestu powtórzeniach.

Wyniki przedstawiono w jednostkach względnych na rysunkach 2-6 (IF — średnia z 40 pomiarów).

WYNIKI

Za pomocą metody mikroskopowej i makroskopowej stwierdzono, że zranienie bulwy ziemniaka indukuje odkładanie kalozy w komórkach przy powierzchni zranienia. Odkładanie kalozy zaczyna się w kilkanaście sekund po

zranieniu i w miarę upływu czasu ilość jej wzrasta. Po 10 min od momentu uszkodzenia na skrawkach, do których nie dodano błękitu aniliny zaobserwowano tylko fluorescencję własną ścian komórkowych i skrobi. Po dodaniu błękitu aniliny na tych samych skrawkach zranionej tkanki obserwowano żółtozieloną fluorescencję kalozy. Świecenie fluorescencyjne kalozy widoczne było szczególnie w obrębie ścian komórkowych. Zaobserwowano, że najintensywniejszą fluorescencję kalozy wykazywały komórki leżące w sąsiedztwie rany, w miarę oddalania się od powierzchni zranienia intensywność fluorescencji kalozy malała, aż do zaniku. Kaloza odkładana jest w szczególności na pierwotnych polach jamkowych komórek nieuszkodzonych (rys. 2), leżących w sąsiedztwie rany. Odłożona w tych miejscach ogranicza kontakt symplastowy utrzymujący się za pomocą plazmodesm z komórkami uszkodzonymi. Metoda mikroskopowa umożliwia tylko subiektywną ocenę intensywności fluorescencji kalozy odłożonej w komórkach po zranieniu bulw. Dla porównania ilości odłożonej kalozy w zranionej tkance bulw u testowanych odmian ziemniaka zastosowano metodę makroskopową.

Za pomocą tej metody stwierdzono, że odmiany ziemniaka: Tarpan, Certa i Narew odkładają różne ilości kalozy po zranieniu (rys. 3). Najwięcej kalozy

Rys. 2. Schemat odkładania kalozy po zranieniu tkanki

Kaloza odkłada się na powierzchni plazmalemy komórek nieuszkodzonych, leżących przy powierzchni zranienia. Odłożona w jamkach uszczelnia plazmodesmy, przez co ogranicza kontakt z komórkami zranionymi. I – fragment komórek przed zranieniem, II – fragment komórek po zranieniu, A – część powierzchni komórki nieuszkodzonej, B – część powierzchni komórki uszkodzonej, s – ściana komórkowa, pl – plazmodesma (w plazmodesmach nie zaznaczono desmotubul), p – plazmalemma, k – kaloza

Fig. 2. A diagram of callose deposition after injury to tissue

Callose is deposited on the surface of the plasma membrane of intact cells located near the surface of the wound. By being deposited in pits, it seals the plasmodesmata, thus limiting contact with injured cells. I – a fragment of a cell before injury, II – a fragment of a cell after injury, A – part of the surface of an intact cell, B – part of the surface of an injured cell, s – cell wall, pl – plasmodesmata (desmotubules are not marked in the plasmodesmata), p – plasma membrane, k – callose

odkładane jest u odmiany Tarpan, która jest najbardziej odporna, z odmian badanych, na sprawców suchej zgnilizny mieszanej (Kapsa, 1985), około 20% mniej kalozy odkładane jest u odmiany Certa, której współczynnik odporności na choroby przechowalnicze jest niższy niż dla odmiany Tarpan. Najmniej kalozy jest odkładane u odmiany Narew, około 35% mniej niż u odmiany Tarpan, przy czym ta odmiana charakteryzuje się najmniejszą odpornością na patogeny suchej zgnilizny mieszanej ziemniaka.

Rys. 3. Natężenie fluorescencji kalozy odłożonej po zranieniu bulw ziemniaka u odmian: Tarpan, Certa, Narew

If — natężenie fluorescencji kalozy wyrażone w jednostkach względnych (średnia z 40 pomiarów)

Fig. 3. The fluorescence intensity of callose deposited after injury to potato tubers of the following varieties: Tarpan, Certa, Narew

If — fluorescence intensity of callose, expressed in relative units (mean of 40 measurements)

Badając odkładanie kalozy metodą makroskopową, stwierdzono, że kaloza pojawia się bardzo szybko po zranieniu, i po upływie czasu ilość jej wzrasta u badanych odmian (rys. 3). Po 10 minutach od momentu zranienia ilość jej była 3-4-krotnie większa, po czym utrzymywała się mniej więcej na stałym poziomie. Przebieg syntezy kalozy odkładanej w zranionej tkance bulw ziemniaka miał podobny charakter u wszystkich badanych odmian.

Metodą makroskopową badano wpływ temperatury przechowywania bulw i gojenia się zranień na odkładanie kalozy po uszkodzeniu tkanki. Wyniki badań wskazują, że najwięcej kalozy odkłada się w temperaturze 16°C u badanych odmian ziemniaka (rys. 4). Wraz z obniżaniem temperatury przechowywania bulw i temperatury gojenia się zranień ilość odkładanej kalozy zmniejszała się u testowanych odmian ziemniaka. W temperaturze 10°C (rys. 4) zaobserwowano nieznaczny spadek natężenia fluorescencji kalozy, natomiast w temperaturze 4°C i 0°C natężenie fluorescencji kalozy spadło kilkakrotnie u odmian: Tarpan, Certa, Narew (rys. 4a, b, c). Szczególnie małe natężenie fluorescencji kalozy odłożonej w tkance zranionej bulw w temperaturze 0°C zanotowano u odmiany Certa (rys. 4 b).

Rys. 4. Wpływ temperatury przechowywania bulw ziemniaka i gojenia się zranień na odkładanie kalozy w komórkach przy powierzchni zranienia bulwy
a – Tarpan, b – Certa, c – Narew. If – natężenie fluorescencji kalozy wyrażone w jednostkach względnych

Fig. 4. The effect of storage temperature and wound healing on the deposition of callose in cells near the wound surface of potato tubers
a – Tarpan, b – Certa, c – Narew. If – fluorescence intensity of callose in relative units

Z przeprowadzonych badań wynika, że ilość odłożonej kalozy po zranieniu zależy nie tylko od odmiany ziemniaka, ale również od miejsca zranienia bulwy i typu uszkodzonej tkanki. Ilość odłożonej kalozy w komórkach po zranieniu wierzchołka bulwy była większa niż po zranieniu nasady (rys. 5), również natężenie fluorescencji kalozy po zranieniu komórek kory pierwotnej było większe niż korony rdzeniowej u badanych odmian ziemniaka (rys. 6).

Rys. 5. Natężenie fluorescencji kalozy po zranieniu komórek korony rdzeniowej w części wierzchołkowej i nasadowej bulwy ziemniaka

A — część wierzchołka bulwy, B — część nasadowa, I_f — natężenie fluorescencji kalozy

Fig. 5. The fluorescence intensity of callose after injury to pith crown cells in the apical and basal parts of the potato tuber

A — tuber apical part, B — tuber basal part, I_f — fluorescence intensity of callose

Rys. 6. Natężenie fluorescencji kalozy odłożonej po zranieniu komórek kory pierwotnej i korony rdzeniowej bulwy ziemniaka

A — kora pierwotna, B — korona rdzeniowa, I_f — natężenie fluorescencji kalozy

Fig. 6. Fluorescence intensity of callose deposited after injury to potato tuber primary bark and pith crown

A — primary bark, B — pith crown, I_f — fluorescence intensity of callose

DYSKUSJA

Uszkodzenia mechaniczne tkanki roślinnej powodują odkładanie kalozy w komórkach w sąsiedztwie rany. Polimeryzacja kalozy w komórkach jest pierwszą reakcją tkanki i zachodzi w ciągu kilku do kilkunastu sekund (Eschrich, 1975).

Kaloza odłożona na powierzchni plazmalemy, zwłaszcza w plazmodesmach, których skupienia stanowią w ścianie pierwotnej pierwotne pola jamkowe, a w ścianie wtórnej występują w jamkach, powoduje ich zamknięcie, a tym samym ograniczenie kontaktu symplastowego. Według Hejnowicza (1980) oraz przeprowadzonych wstępnych obserwacji autorki te komórki, które ulegają izolacji kalozowej dzielą się, a następnie ulegają suberynizacji. Na

podstawie przeprowadzonych badań można sugerować, że gotowość do izolowania uszkodzonej części symplastu zależy od miejsca zranienia bulwy ziemniaka, typu tkanki uszkodzonej, odległości komórek od miejsca zranienia. Najwięcej kalozy odkładają komórki leżące przy powierzchni zranienia, w miarę oddalania się od miejsca zranienia ilość jej maleje — maleje intensywność fluorescencji — aż do zaniku. Większe natężenie fluorescencji kalozy notowano podczas uszkodzenia części wierzchołkowej bulwy niż nasady (rys. 5).

Dotychczasowe wyniki badań sugerują, że odpowiedź rośliny na infekcję jest podobna do odpowiedzi na zranienie, przy czym w przypadku infekcji modyfikowana jest współdziałaniem roślina — patogen: można więc przypuszczać, że istnieje zależność między gotowością do izolacji kalozowej zranionych tkanek a ich odpornością na patogeny. Badania Kapsy (1985) i Ratusznik (1982) wskazują na istotne różnicowanie odporności tkanek: kory pierwotnej i korony rdzeniowej bulwy ziemniaka na choroby przechowalnicze, głównie suchą i mokrą zgniliznę ziemniaka. Sucha zgnilizna ziemniaka wywoływana jest przez grzyby z rodzaju *Fusarium* i *Phoma*, natomiast mokrą zgniliznę ziemniaka powodują bakterie z rodzaju *Erwinia*, *Bacillus*, *Pseudomonas*, *Clostridium* i *Aerobacter*. Choroby te związane są wyraźnie z uszkodzeniami mechanicznymi bulw, do których dochodzi podczas zbioru i transportu: miejsca zranień stanowią drogi wnikania patogenów. Większość badanych odmian ziemniaka, a wśród nich odmiany: Tarpan, Certa, Narew wykazywały większą odporność kory pierwotnej niż korony rdzeniowej na sprawców suchej i mokrej zgnilizny ziemniaka (Kapsa, 1985; Ratusznik, 1982). Metodą pomiaru natężenia fluorescencji kalozy z makroskopowej powierzchni zranienia bulwy stwierdzono, że tkanki: kora pierwotna i korona rdzeniowa różnią się ilością odkładanej kalozy po zranieniu. Otrzymane wyniki sugerują, że istnieje tendencja do dodatniej korelacji między odpornością tkanek bulwy ziemniaka (kory pierwotnej i korony rdzeniowej) na patogeny chorób przechowalniczych a ilością odkładanej przez nie kalozy po zranieniu.

Podatność na choroby przechowalnicze jest różna dla badanych odmian ziemniaka (Kapsa, 1985). Najbardziej odporna jest odmiana Tarpan, u której po zranieniu odkłada się najwięcej kalozy, nieco mniej odporna jest Certa, u której zostało odłożone około 20% mniej kalozy. Najmniej kalozy w tkance zranionej zostało odłożone u odmiany Narew, odmiana ta jest najbardziej podatna na patogeny z odmian testowanych. Na podstawie tych wyników można wysunąć hipotezę, że ilość odłożonej kalozy w zranionej tkance bulw badanych odmian ziemniaka (Tarpan, Certa, Narew) koreluje z ich odpornością na patogeny.

Zranienie bulwy ziemniaka powoduje uwalnianie się elektrolitów ze skałczonej tkanki (Lewosz, 1985). Lewosz i Łajkowska (1985) stwierdzili, że istnieje dodatnia korelacja między intensywnością uwalniania elektrolitów (wyrażona indeksem uwalniania elektrolitów ER%) a odpornością odmian

ziemniaka na infekcje wywołane przez bakterie z rodzaju *Erwinia*, powodując mokrą zgniliznę ziemniaka. Pomiar natężenia fluorescencji kalozy z powierzchni zranienia bulw testowanych odmian ziemniaka wskazują na korelację między ilością odkładanej kalozy po zranieniu a intensywnością uwalniania elektrolitów z tkanki uszkodzonej. Według Lewosza (1985) dla odmiany Certa ER wynosi 15%, dla Tarpana — 10,8%, dla Narwi jest nieokreślony. Odmiana ta zaliczana jest do odmian o dużej przepuszczalności tkanki zranionej dla elektrolitów. Ponieważ kaloza w stanie spęcznienia jest mało przepuszczalna dla wody i związków w niej rozpuszczonych, można więc wnioskować, że im więcej zostanie odłożonej kalozy w tkance zranionej, tym stanowić może skuteczniejszą barierę dla wpływu elektrolitów.

Wytworzenie aktywnego stanu fizjologicznego, inicjacja i tempo reakcji obronnych tkanek zranionych w dużym stopniu zależy od temperatury przechowywania bulw w pierwszym okresie po zbiorze. Dotychczasowe wyniki badań wskazują, że najszybsze tempo gojenia się zranień bulw zachodzi w temperaturze 16°C, przy czym zaobserwowano najmniejszy procent bulw zakażonych patogenem (Nnodu, 1982; O'Brien, 1983). Wraz z obniżeniem temperatury przechowywania ziemniaków w pierwszym okresie po zbiorze (3-4 tygodnie) notowano wzrost ilości bulw porażonych oraz zmniejszenie tempa gojenia się ran. Wyniki badań pomiaru natężenia fluorescencji kalozy z powierzchni zranionej bulwy ziemniaka u odmian: Tarpan, Certa, Narew, przechowywanych i ranionych w temperaturach: 16, 10, 4, 0°C wskazują również na zmniejszenie ilości odkładanej kalozy w zranionej tkance wraz z obniżeniem temperatury (rys. 4 a, b, c). Przytoczone wyniki nie potwierdzają badań Mjumdera i Leopolda (1967) prowadzonych na soi i pomidorze. Według tych autorów niska temperatura stymulowała syntezę kalozy w tkankach soi, lecz nie wpływała na odkładanie kalozy w tkankach pomidora.

WNIOSKI

1. Uszkodzenia mechaniczne bulw ziemniaka indukują odkładanie kalozy w komórkach przy powierzchni zranienia.

2. Odkładanie kalozy zależy od miejsca zranienia bulwy oraz od typu tkanki uszkodzonej. W wierzchołkowej części bulwy ilość odłożonej kalozy jest większa niż w części nasadowej. Natężenie fluorescencji kalozy po zranieniu komórek kory pierwotnej było wyższe niż korony rdzeniowej.

3. Ilość odłożonej kalozy w tkance uszkodzonej bulw ziemniaka odmian: Tarpan, Certa, Narew dodatnio koreluje z ich odpornością na patogeny wywołujące suchą zgniliznę mieszaną ziemniaka.

4. Natężenie fluorescencji kalozy w komórkach tkanki zranionej u testowanych odmian ziemniaka zmniejsza się wraz obniżaniem temperatury przechowywania bulw i gojenia się zranień.

Panu Prof. dr hab. Zygmunutowi Hejnowiczowi pragnę złożyć serdeczne podziękowania za inspirację i bezinteresowną pomoc udzieloną mi w trakcie badań i przygotowania pracy do druku.

STRESZCZENIE

Zbadano odkładanie kalozy w komórkach zranionej tkanki bulw ziemniaka u odmian: Tarpan, Certa, Narew metodą fluorescencji kalozy z makroskopowej powierzchni zranienia. Odkładanie kalozy w komórkach zależy od miejsca zranienia bulwy, typu tkanki uszkodzonej oraz od odmiany ziemniaka. Część wierzchołkowa bulwy odkłada więcej kalozy niż część nasadowa, kora pierwotna więcej niż korona rdzeniowa. Najwięcej kalozy odkłada odmiana Tarpan, nieco mniej Certa, najmniej Narew. Ilość odłożonej kalozy w komórkach tkanki zranionej u testowanych odmian ziemniaka dodatnio koreluje z ich odpornością, w tym na suchą zgniliznę mieszaną ziemniaka. Wraz z obniżeniem temperatury przechowywania bulw ziemniaka i gojenia się zranień zmniejszyła się ilość odkładanej kalozy po zranieniu.

LITERATURA

- Aist J. R., 1976. Papillae and related wound plugs of plant cells. *Ann. Rev. Plant Pathol.* 14: 145-163.
- Currier H. B., Webster D. H., 1964. Callose formation and subsequent disappearance: studies in ultrasound stimulation. *Plant Physiol.* 39: 834-847.
- De Leeuw G. T. N., 1985. Deposition of lignin, suberin and callose in relation to the restriction of infection by *Botrytis cinerea* in host spots of tomato fruits. *Phytopath. Z.* 109: 176-182.
- Dickerson A. G., Mantle P. G., Nisbet L. J., Show B. J., 1978. A role for β -glucanases in the parasitism of cereals by *Claviceps purpurea*. *Physiol. Plant Pathol.* 12: 55-62.
- Eschrich W., 1975. Sealing systems in plants. [In:] *Encyclopedia of plant physiology*, N. S., vol. 1: Transport in plants I. Phloem transport, ed. M. H. Zimmerman, J. H. Milburn, Springer, Berlin-Heidelberg-New York, ss. 39-56.
- Eschrich W., Currier B., 1964. Identification of callose by its dichrome and fluorochrome reactions. *Stain Technol.* 39: 30-307.
- Gabara B., 1975. Kaloza w komórkach roślinnych w świetle nowych badań. *Post. Biol. Komórki* 3/4: 279-302.
- Hejnowicz Z., 1980. *Anatomia i histogeneza roślin naczyniowych*. PWN, Warszawa, s. 860.
- Hinch J. M., Clarke A. E., 1982. Callose formation in *Zea mays* as a response to infection with *Phytophthora cinnamomi*. *Physiol. Plant Pathol.* 21: 113-124.
- Jaffe M. J., Brio R., Bridle K., 1983. Tigmomorphogenesis: calibration of the parameters of the sensory function in beans. *Physiol. Plant.* 49: 410-416.
- Jaffe M. J., Leopold A. C., 1984. Callose deposition during gravitropism of *Zea mays* and *Pisum sativum* and its inhibition by 2-deoxy-D-glucose. *Planta* 161: 20-26.
- Kapsa J., 1985. Reakcja odmian ziemniaka na suchą zgniliznę fuzaryjną, fomozę oraz zgniliznę mieszaną. *Ziemniak* 135-150.
- Kauss H., 1985. Callose biosynthesis as a Ca^{+2} regulated process and possible relations to the induction of other metabolic changes. *J. Cell Sci.* 52: 89-104.
- Lewosz J., Łojkowska E., 1985. Relationship between electrolytes release from potato tuber caused by wounding or by the enzymes of *Erwinia carotovora* ssp. *atroseptica* and susceptibility to microbial decay and to mechanical damage. *Ziemniak* 25-47.
- Lewosz J., Łojkowska E., Hołubowska M., 1985. Physiological predisposition of potato tubers to soft rot. *Ziemniak* 49-58.
- Mc Nairn R. B., 1972. Phloem translocation and heat-induced callose formation in field-grown *Gossypium hirsutum* L. *Plant Physiol.* 50: 366-370.
- Mjunder S. K., Leopold A. C., 1967. Callose formation in response to low temperature. *Plant Cell Physiol.* 8: 775-778.
- Netzer D., Kritzman G., Chet I., 1979. β -1,3 glucanase activity and quantity of fungus in

- relation to *Fusarium* wilt in resistant and susceptible near-isogenic lines of muskmelon. *Physiol. Plant Pathol.* 64: 47-55.
- Nnodu E. C., Harrison M. D., Parke R. V., 1982. The effect of temperature and relative humidity on wound healing and infection of potato tubers by *Alternaria solani*. *Amer. Potato J.* 59: 297-311.
- O'Brien U. J., Leachs S., 1983. Investigation into the mode of resistance of potato tubers to *Fusarium roseum* 'Sambucinum'. *Amer. Potato J.* 60: 227-233.
- Pegg G. F., Young D. H., 1981. Changes in glycosylase activity and their relationship to fungal colonization during infection of tomato by *Verticillium albo-atrum*. *Physiol. Plant Pathol.* 19: 371-382.
- Poovaliah B. W., 1974. Formation of callose and during leaf abscission. *Amer. J. Bot.* 61: 829-834.
- Rabenantoandro Y., Auriol P., Touze A., 1976. Implication of β -1,3 glucanase in melon anthracnose. *Physiol. Plant Pathol.* 24: 83-92.
- Ratusznik E., 1981/1982. Zmienność odporności bulw ziemniaka na *Phytophthora infestans*, *Erwinia carotovora* var. *atroseptica*, *Fusarium sulphureum* i mechaniczne uszkodzenia w ocenie laboratoryjnej. *Ziemniak* 45-72.