Chloroplasty w liściach roślin zimozielonych

Les chloroplastes dans les feuilles des plantes hivernales

E. MIKULSKA

WSTĘP

W 1950 r. ukazała się obszerna praca Aleksandrowa i Sawczenki, w której autorzy opisują rozpadanie się chloroplastów w okresie zimy i odtwarzanie się ich na wiosnę. Badane były chloroplasty w komórkach felodermi i w zewnętrznych warstwach kory pierwotnej u szeregu drzew. Aleksandrow i Sawczenko (l. c.) stwierdzili, że chloroplasty począwszy od października przechodzą szereg zmian, prowadzących ostatecznie do ich aglutynacji. Przebieg tego procesu jest następujący: chloroplasty pęcznieją, ustawiają się w łańcuszki, zlepiają się i w końcu zlewają się w jednolitą masę. U niektórych drzew w lutym, a u większości w marcu następuje proces dezaglutynacji; z jednorodnej zielonej masy zaczynają się wyodrębniać wyraźne chloroplasty. Zawsze jednak w ciągu zimy występuje pewna ilość komórek z normalnie ukształtowanymi chloroplastami.

Autorzy uważają, że czynnikiem przyspieszającym proces aglutynacji chloroplastów jest opadanie liści w jesieni, obniżenie temperatury i krótszy dzień. Dezaglutynacja chloroplastów zaczyna się wiosną, jest związana prawdopodobnie z rozwijaniem się liści. Zdaniem autorów, aglutynacja chloroplastów nie jest procesem patologicznym, lecz zjawiskiem normalnym, koniecznym, prowadzącym do odnowienia komórki roślin wieloletnich.

Tabeckij (1952) opisuje podobne przemiany chloroplastów w liściach roślin zimozielonych *Mahonia aquifolia* Nut. i *Bergenia crassifolia* (L.) Fritsch. Uważa on, że decydującym czynnikiem w tym procesie jest obniżenie temperatury w okresie zimy.

Aleksandrow uznał wyniki badań swoich i Tabeckiego za tak bezsporne, że umieścił je w swoim podręczniku anatomii roślin, wydany w 1954 r.

W dawniejszej literaturze zachowanie się chloroplastów w niskiej temperaturze opisane zostało przez Haberlanda (1875) i Schim-

pera (1885). Haberlandt stwierdził, że przy temperaturze -12°C do -15°C w liściach roślin zielnych następuje całkowite zniszczenie chloroplastów. Przy temperaturze 0°C do -12°C zachodzi wakuolizacja zniekształcanie i skupianie się chloroplastów w duże agregaty. Te same temperatury nie wywoływały żadnych zmian w liściach roślin zimozielonych. Schimper (1885) potwierdził dane Haberlandta. Według Schimpera rozpad chloroplastów jest zjawiskiem nieodwracalnym.

Obrazy analogiczne do opisanych przez autorów radzieckich podali Lewis i Tuttle (1920) w liściach *Picea canadensis*. Autorzy nie omawiają jednak bliżej tych spostrzeżeń, ani nie wyciągają z nich żadnych wniosków.

Już po wysłaniu niniejszej pracy do druku ukazała się praca Johnsona Parkera — „Seasonal changes in some chemical and physical properties of living cells of *Pinus ponderosa* and their relation to Freezing resistance“ Protoplazma, 1957, VLVIII, 1, 147—163. Autor opisuje całkowite zanikanie chloroplastów w mezofilu liści *Pinus ponderosa* i *Pinus monticola* w miesiącach zimowych i odtworzenie się ich poczynszy od marca.

Wobec krańcowej rozbieżności przedstawionych wyżej obserwacji wydało się wskazane podjęcie badań nad zachowaniem się chloroplastów u roślin wieloletnich i zimozielonych w różnych porach roku. Było to tym bardziej celowe, że stosowana przez radzieckich autorów metoda utrwalania (pary alkoholu) budzi pewne zastrzeżenie.

MATERIAŁ I METODY

Jako materiał do badań wybrałam liście szeregu roślin zimozielonych oraz łodygi roślin zimozielonych i krzewów tracących liście na okres zimny. Zbadałam liście: *Buxus sempervirens* L., *Vaccinium vitis idaea* L., *Pinus silvestris* L., oraz łodygi: *Buxus sempervirens* L., *Sambucus nigra* L., *Sorothamnus scoparius* (L.) Wimm., *Cotoneaster* sp. i *Syringa vulgaris* L. Zbadałam również liście rośliny jednorocznej *Antirrhinum maius* L.

Przeprowadzałam obserwacje na materiale świeżym i utrwalonym. Do utrwalania stosowałam metodę Regaud oraz płyny Helly i Nawaszina.

Szczególną uwagę zwróciłam na *Buxus sempervirens* L., u którego badałam młode liście pochodzące z ostatniego okresu wegetacji i liście starsze, powstałe w roku poprzednim. W celu uzyskania materiału porównawczego utrwalłam stale jeden z pary liści naprzeciwległych, podczas gdy z drugiego sporządzałam preparaty bez utrwalania. W niektórych wypadkach utrwalłam liście pocięte uprzednio na kilka kawałków; pozwoliło to na porównanie komórek leżących w różnej odległości od miejsc zranionych.

Preparaty z materiału świeżego sporządzałam ręcznie, z utrwalonego — ręcznie lub za pomocą mikrotomu.

Obserwacje przyżyciowe przeprowadzałam na skrawkach umieszczonych w wodzie wodociągowej lub w płynie Ringera. Dla sprawdzenia, czy dany materiał jest żywy, część skrawków umieszczałam w roztworze czerwieni obojętnej, na innych przeprowadzałam plazmolizę bądź reakcję z AgNO_3 . Dla wykrycia skrobi stosowałam jod w KJ, dla wykrycia tłuszczów Sudan III i IV.

Badania przeprowadzałam w ciągu 3-ich lat, przy czym materiał był utrwalany co 2 tygodnie.

BADANIA WŁASNE

A. Obserwacje na materiale utrwalonym

W komórkach liści *Buxus sempervirens*, utrwalonych zarówno metodą Regaud, jak płynem Helly i Nawaschina, znajduje się 6—14 dużych typowych chloroplastów, których wygląd nieco zmienia się zależnie od pory roku.

Ryc. 1. Komórki z liścia *Buxus sempervirens*. Materiał utrwalony, zebrany w okresie kwiecień–październik. Widoczne chloroplasty z ziarnami skrobi
Cellules de la feuille de *Buxus sempervirens*. Matériel recueilli et fixé en avril — octobre. On distingue dans les chloroplastes les grains d'amidon

Ryc. 2. Komórki z tkanki palisadowej liścia *Buxus sempervirens*. Materiał utrwalony w jesieni. W chloroplastach widoczne wyraźnie grana
Cellules du tissu palissadiques de la feuille de *Buxus sempervirens*. Matériel fixé en automne. Dans les chloroplastes on distingue facilement les grana

W okresie od kwietnia do października w każdym chloroplaście występuje po kilka okrągłych lub owalnych ziaren skrobi. Wskutek narastania ziaren skrobi chloroplasty są rozepchnięte, mają kształty nieregularne i są zredukowane do wąskiej, delikatnej otoczki (ryc. 1).

Począwszy od października skrobia stopniowo zanika. W chloroplastach widoczne są wtedy wyraźnie grana na tle bezbarwnej stromy (ryc. 2).

Na terenie cytoplazmy pojawiają się krople tłuszczowe barwiące się Sudanem III i IV na czerwono (ryc. 8 B, C, D).

W okresie silnych mrozów (-20° — -26°C) obok komórek o normalnym wyglądzie pojawiają się komórki, których zawartość nieznacznie odstaje od błony komórkowej lub jest silnie skurczona (ryc. 3). W wypadku silnego skurczenia protoplastu na jego terenie nie można wyróżnić żadnych organoidów komórkowych. Należy podkreślić, że komórki z wybitnie

skurczoną zawartością spotyka się również w okresie letnim w liściach, które przetrwały silnie obniżoną temperaturę w czasie zimy.

W utrwalonych liściach i lodygach innych badanych roślin wygląd chloroplastów również związany jest z porą roku. Różnice te spowodowa-

Ryc. 3. Komórki z liścia *Buxus sempervirens*, materiał utrwalony z okresu ostrych mrozów (-26°C). Zawartość niektórych komórek silnie skurczona, chloroplasty nie wyodrębniają się z reszty protoplazmy. Cellules de la feuille de *Buxus sempervirens*, le matériel est récolté et fixé pendant les grandes gelées (-26°C). Le contenu des quelques cellules est rétracté, les chloroplastes font le tout

Ryc. 4. *Sarothamnus scoparius*. Komórki kory pierwotnej lodygi. Materiał utrwalony w zimie

Cellule de la parenchyme corticale de la tige. Matériel fixé pendant l'hiver

avec la masse protoplasmique et ne se séparent pas de cette dernière

wane są obecnością lub brakiem skrobi deformującej chloroplasty w okresie wiosny, lata i wczesnej jesieni. W zimie można wyróżnić w chloroplastach grana i stromę (ryc. 4). W cytoplazmie w zimie występują obficie kule tłuszczowe.

B. Obserwacje na materiale świeżym

Na cienkich skrawkach z żywych liści *Buxus sempervirens* badanych we wszystkich porach roku nieliczne tylko komórki miększu palisadowego i gąbczastego zawierają normalnie wykształcone chloroplasty (ryc. 5). Z obliczeń wynika, że komórek takich jest zaledwie 1—2% na terenie każdego skrawka. Posiadają one, podobnie jak komórki z materiału utrwalonego, 6—14 dużych, owalnych chloroplastów o wymiarach $4,3 \times 5,7 \mu$. W okresie jesieni i zimy w chloroplastach na tle stromy są wyraźne grana o wymiarze około $0,5 \mu$. W okresie wiosennym, letnim i wczesno jesiennym wewnątrz chloroplastów występują ziarna skrobi (ryc. 6b).

Ogromna większość komórek posiada zniszczoną zawartość, której wygląd zmienia się zależnie od pory roku.

Od marca do października wewnątrz takich komórek zabarwione jest na zielono. Dokładne obserwacje pozwalają stwierdzić, że barwa ta pochodzi od bardzo drobnych ziarnistości silnie załamujących światło, znajdujących się na terenie cytoplazmy. Obok nich można zaobserwować znacznie większe zielonkawe, kuliste lub owalne ciała również silnie załamujące światło (ryc. 7a, b). Reakcja z jodem w KJ pozwala stwierdzić, że są to ziarna skrobi z delikatną otoczką protoplazmatyczną (ryc. 7c). W niektórych komórkach ilość ziaren skrobi dochodzi do 50.

Ryc. 5. Komórki z tkanki palisadowej liścia *Buxus sempervirens*. Skrawki z materiału nie utrwalonego, zebranego jesienią. W większości komórek chloroplasty zniszczone

Cellules du tissu palissadique de la feuille de *Buxus sempervirens*. Les coupes proviennent du matériel non fixé, recolté pendant l'automne. Dans la majorité des cellules les chloroplastes sont détruits

Ryc. 6. Komórki z tkanki palisadowej liścia *Buxus sempervirens*. Skrawki z materiału nie utrwalonego z lata. W jednej komórce widoczne ziarna skrobi rozrzucone w masie protoplazmy, w drugiej chloroplasty nie zniszczone z licznymi ziarnami skrobi

Cellules constituant le tissu palissadique de la feuille de *Buxus sempervirens*. Les coupes faites dans le matériel non fixé et provenant d'été. Dans une cellule on constate la présence des grains d'amidon disséminés dans la masse protoplasmique; dans une autre cellule les chloroplastes sont intacts et ils portent de nombreux grains d'amidon

Ryc. 7. Komórki z tkanki palisadowej i gąbczastej liści *Buxus sempervirens*. Skrawki z materiału nie utrwalonego, zebranego wiosną (a) i latem (b, c). Widoczne ziarna skrobi. W jednej komórce ziarna skrobi zabarwione JKJ (c), wokół ziarna widoczna niebarwiąca się otoczka. Chloroplasty niewidoczne — rozpadłe

Cellules de tissu palissadique et lacuneux des feuilles de *Buxus sempervirens*. Coupes pratiquées dans le matériel non fixé et récolté au printemps et en été. Grains d'amidon sont bien visibles. Dans une cellule les grains d'amidon sont colorés avec JKJ (c). Chaque grain est enveloppé d'une pellicule incolore. Les chloroplastes sont invisibles — désagrégés

A

Ryc. 8. Komórki z naprzeciwległych liści *Buxus sempervirens*. Materiał zimowy. A — komórki z liści nie utrwalonych; w większości komórek chloroplasty są zniszczone; B — komórki z liści utrwalonych metodą Regaud; C — komórki z liści utrwalonych w płynie Helly; D — komórki z liści utrwalonych w płynie Nawaszina.

We wszystkich komórkach utrwalonych widoczne są wyraźne chloroplasty

Cellules des feuilles opposées de *Buxus sempervirens*. A — cellules des feuilles non fixées. Dans la majorité de cellules les chloroplastes sont détruits; B — les cellules des feuilles fixées au Regaud; C — cellules des feuilles fixées avec Helly; D — les cellules des feuilles fixées au Navachine. Dans toutes les cellules on distingue facilement les chloroplastes

W okresie od listopada do lutego obraz komórek jest nieco inny. W komórkach o zniszczonej treści, które nadal stanowią ogromną większość, stopniowo zmniejsza się ilość ziaren skrobi przedstawionych na ryc. 7. W okresie zimy w większości komórek dają się wyróżnić na terenie masy protoplazmatycznej jedynie bardzo drobne, kuliste lub pałeczkowate utwory zielone, silnie załamujące światło (ryc. 8A). Pojawiają się również kule tłuszczowe dające reakcję z Sudanem III i IV. W niektórych komórkach protoplast jest skurczony, zajmuje bardzo małą przestrzeń występując w formie zbitej masy w jednym końcu komórki, na obu jej biegunach

lub pośrodku (ryc. 9). Takie obrazy były szczególnie częste w materiale zebranym przy temperaturze -20°C i -26°C .

Obrazy podobne do opisanych wyżej w liściach *Buxus sempervirens* obserwowałam również w ciągu całego roku w komórkach kory pierwot-

Ryc. 9. Komórki z liścia *Buxus sempervirens*. Materiał nie utrwalony, z okresu ostrych mrozów (-26°C). Zawartość komórki bardzo skurczona, chloroplasty nie wyodrębniają się z reszty protoplazmy

Cellules de la feuille de *Buxus sempervirens*. Le matériel n'est pas fixé, récolté pendant les grandes gelées (-26°C). Le contenu de la cellule est très rétracté, les chloroplastes font un tout avec la masse protoplasmique et ne se séparent pas de cette dernière

Ryc. 10. *Sambucus nigra* — Komórka kory pierwotnej. Materiał nie utrwalony, zebrany latem. Chloroplasty wypełnione ziarnami skrobi

Sambucus nigra — Cellule de la parenchyme corticale de la tige. Matériel non fixé, récolté en été. Chloroplastes portent de nombreux grains d'amidon

nej łodygi *Sorothamnus scoparius*, *Buxus sempervirens*, *Cotoneaster* sp., *Syringa vulgaris*, *Sambucus nigra* oraz w komórkach liści *Vaccinium vitis idaea* i *Pinus silvestris* (ryc. 10 i 11).

W niektórych komórkach kory pierwotnej *Sambucus nigra* w okresie zimowym chloroplasty o normalnym wyglądzie przemieszczały się w okolicę jądra, tworząc wokół niego dość zwarte skupienia (ryc. 12). Nie zgadza się to z obserwacjami Aleksandrowa i Sawczenki (1950), wg których w analogicznych wypadkach nie można wyróżnić konturów poszczególnych chloroplastów.

Dla większej porównywalności materiału wykonywałam skrawki z tej samej pary liści naprzeciwległych *Buxus sempervirens*, z których jeden był utrwalony, a drugi świeży. Chloroplasty na przekrojach z liści świeżych były, jak już to uprzednio opisałam, przeważnie zniszczone. W liś-

ciach utrwalonych wszystkie komórki posiadały normalnie wykształcone chloroplasty. Zestawienie komórek z tej samej pary liści naprzeciwległych przedstawione jest na ryc. 8.

Ryc. 11. Komórki z kory pierwotnej łądy: a — *Buxus sempervirens*; b — *Syringa vulgaris*; c — *Cotoneaster* sp.; d — *Sambucus nigra*. Skrawki z materiału nie utrwalonego zebranego zimą i wczesną wiosną. Większość komórek z rozpadłymi chloroplastami. W niektórych komórkach widoczne ziarna skrobi

Cellules du parenchyme cortical: a — *Buxus sempervirens*; b — *Syringa vulgaris*; c — *Cotoneaster* sp.; d — *Sambucus nigra*. Les coupes sont faites dans le matériel non fixé et récolté en hiver et au printemps. La majorité de cellules présente les chloroplastes désagrégés, dans certaines cellules on distingue les grains d'amidon

Z roślin zielnych zbadalam tylko *Antirrhinum maius*. Chloroplasty w liściach tej rośliny badanych w ciągu całego okresu wegetacyjnego nigdy nie wykazywały zmian analogicznych do opisanych u roślin zimozielonych. We wszystkich komórkach występowały typowe chloroplasty z dobrze widocznymi granami. Grana nie były widoczne w chloroplastach wytwarzających skrobię (ryc. 13b). Nawet w liściach zebranych pod koniec listopada, kiedy temperatura dochodziła do -7°C , komórki zawierały normalne chloroplasty, w niektórych były widoczne ziarna skrobi (ryc. 13b).

Aby stwierdzić, czy komórki w skrawkach ze świeżego materiału były żywe, przeprowadziłam szereg prostych doświadczeń podanych w opisie metodyki.

Ryc. 12. *Sambucus nigra* — Komórki kory pierwotnej. Materiał nie utrwalony z okresu zimy. Chloroplasty zgrupowane wokół jądra

Cellules du parenchyme cortical. Le matériel récolté en hiver et non fixé.
Les chloroplastes sont groupés autour du noyau

W preparatach umieszczonych w roztworze czerwieni obojętnej zawartość komórek ze zniszczonymi chloroplastami barwiła się cała na czerwono. Natomiast w komórkach z normalnie wykształconymi chloroplastami barwiły się jedynie wakuole; cytoplazma pozostała bezbarwna. „Zielone masy” protoplazmy ze zniszczonymi chloroplastami nie redukowały AgNO_3 ; reakcja ta zachodziła jedynie w chloroplastach o normalnej strukturze. Również plazmolizie podlegały jedynie komórki zawierające typowe chloroplasty.

Doświadczenia te wykazują, że opisane wyżej zmiany w zachowaniu chloroplastów — takie jak podają Aleksandrow i Sawczenko (1950) oraz Tabeckij (1952) — dotyczą wyłącznie komórek martwych. Żywe były tylko komórki zawierające normalnie wykształcone chloroplasty.

Z zestawienia wyników badań liści i łodyg świeżych i utrwalonych nasuwa się przypuszczenie, że chloroplasty ulegają zniszczeniu przy krąnieniu materiału. Łatwo było tego dowiedzieć wykonując skrawki prostopadłe do powierzchni zranienia z liści pociętych przed utrwaleniem na kawałki. Na takich preparatach w komórkach leżących w pobliżu miejsca zranienia widoczne były zniszczone chloroplasty (ryc. 14). W strefach liścia bardziej odległych od miejsca zranienia chloroplasty przedstawiały się normalnie.

Dla ostatecznego udowodnienia, że rozpad chloroplastów jest spowodowany uszkodzeniem komórki, starałam się zniszczyć nieutrwalone komórki w liście *Antirrhinum maius*. W tym celu rozgniatałam skrawki naciskając je silnie szkiełkiem przykrywkowym. Dopiero wtedy chloroplasty rozpadały się; wygląd ich przypominał obrazy zniszczonych chloroplastów w nieutrwalonych łodygach roślin wieloletnich.

Ryc. 13. *Antirrhinum maius*. Komórki z liścia. Materiał nie utrwalony; a — zebrany w listopadzie, widoczne chloroplasty z wyraźnymi granami; b — zebrany w listopadzie po przymrozkach (-7°C), widoczne chloroplasty z granami i chloroplasty ze skrobią

Antirrhinum maius. Cellules de la feuille. Le matériel non fixé; a — récolté en novembre, on observe les chloroplastes contenant des grana bien distincts; b — récolté en novembre après les gelées blanches (-7°C). On distingue les chloroplastes avec les grana et les chloroplastes avec des grains d'amidon

Ryc. 14. *Buxus sempervirens*. Komórki z liścia. Materiał zebrany zimą. Liście przed utrwaleniem były pocięte. Komórki ze zniszczonymi chloroplastami pochodzą ze strefy przylegającej do płaszczyzny zranienia

Buxus sempervirens. Cellules de la feuille. Le matériel récolté pendant l'hiver. Avant leur fixation les feuilles furent coupées en morceaux. Les cellules, contenant les chloroplastes décomposés, proviennent du voisinage de la zone blessée

Dla wyjaśnienia obrazów komórek z silnie skurczonym protoplastem, spotykanych w okresie silnych mrozów (-20°C do -26°C) w materiale utrwalonym i nieutrwalonym, przeprowadziłam następujące doświadczenie. Łodygę *Buxus sempervirens* z liśćmi, w których takie zjawisko było szczególnie częste, wstawiałam do naczynia z wodą, które umieszczałam w pracowni w miejscu silnie nasłonecznionym. Po kilku godzinach część liści utrwalalam, a część liści oglądałam w stanie świeżym. Stwierdziłam, że komórki z nieznacznie skurczonym protoplastem powracają do stanu normalnego; jod w KJ wykazuje w nich obecność skrobi. Komórki, których protoplast był nadal silnie skurczony, skrobi nie zawierały. Komór-

ki te prawdopodobnie uległy zabiciu pod wpływem niskiej temperatury. Wskazuje na to i fakt, że takie martwe komórki występują i latem w liściach, które przetrwały ostrą zimą.

DYSKUSJA

Zmiany chloroplastów w okresie zimy zostały stwierdzone przez Aleksandrowa i Sawczenkę (1950) i Tabeckiego (1952) na materiale świeżym i utrwalonym. Pewne zastrzeżenia wzbudza jednak metoda stosowana przez autorów, a mianowicie utrwalanie parami alkoholu klocków o rozmiarach 1×2 cm wyciętych z perydermy i kory. Wielkość klocka nie zapewnia szybkiego przenikania utrwalacza do wszystkich komórek, co jest koniecznym warunkiem dobrego utrwalenia. Utrwalany obiekt (peryderma) składa się w znacznej części z komórek o błonach prawie zupełnie nieprzepuszczalnych (korek). Pewne wątpliwości budzi również zastosowanie jako utrwalacza par alkoholu, który nie jest uważany za dobry utrwalacz do celów cytologii morfologicznej. Należy również podkreślić, że wymienieni badacze ograniczyli się w swych pracach tylko do materiału zebranego w okresie od października do kwietnia. Nie przeprowadzili badań latem, co pozwoliłoby im stwierdzić, że obrazy zniszczenia chloroplastów są pospolite również i w skrawkach pochodzących z tego okresu i że nie można przypisywać wszelkich zmian w chloroplastach działaniu obniżonej w okresie zimowym temperatury.

Moje obserwacje przeprowadzone na materiale analogicznym jak u wymienionych autorów, ale utrwalanym za pomocą ogólnie przyjętych utrwalaczy cytologicznych, a także na materiale oglądanym bez utrwalania, doprowadziły do zasadniczo odmiennych wniosków.

Rozpadanie się i niszczenie chloroplastów jest skutkiem mechanicznego uszkodzenia komórek podczas wykonywania skrawków ze świeżego materiału. Nie rozstrzygam tutaj, czy uszkodzenie to jest bezpośrednią lub pośrednią przyczyną rozpadu chloroplastów, stwierdzam jedynie, że komórki ze zniszczonymi chloroplastami są martwe, na co wskazuje zachowanie się ich pod wpływem hipertonicznego środowiska, roztworu AgNO_3 i czerwieni obojętnej.

Komórki z silnie skurczonymi protoplastami przypominające niektóre obrazy opisane przez Tabeckiego (1952) występujące w okresie silnych mrozów są również martwe, ale w tym wypadku śmierć ich nastąpiła pod wpływem niskiej temperatury.

Różne w ciągu roku obrazy rozpadu chloroplastów wiążą się z obecnością lub brakiem w nich skrobi. Gdy chloroplasty zawierają skrobię, masa powstała po ich rozpadzie posiada dużą ilość większych ziarenek skrobi. Jeżeli skrobi nie ma, masa jest zupełnie drobnoziarnista; ziarenka

odpowiadają wielkością granom. Chloroplasty zawierające dużo skrobi rozpadają się znacznie łatwiej.

Aleksandrow i Sawczenko (1950) uważają, że uzyskane przez nich wyniki wskazują na możliwość powstawania chloroplastów z cytoplazmy. Na podstawie podobnego materiału tezę tę popiera Tabeckij (1952) oraz Aleksandrow w swoim podręczniku „Anatomia rastenij” (1954). Kljuczarewa (1950) opisuje powstawanie chloroplastów z cytoplazmy i ich rozpad podczas rozwoju owoców pomidora. Zurzycki (1954) sprawdził te dane i stwierdził błędność obserwacji Kljuczarewej; błąd, zdaniem jego, wynika stąd, że strona chromoplastów jest trudnodostrzegalna, co sprawia, że zabarwione grana zdają się wyłaniać bezpośrednio z cytoplazmy.

Wypada stwierdzić, że znane są wypadki daleko idących przekształceń chloroplastów w pewnych warunkach. Buwat np. (1944—1945) opisuje powolny i stopniowy rozpad chloroplastów i przechodzenie ich w chondriozomy podczas dedyferencji komórek.

Z rezultatów niniejszej pracy wynika, że procesy, które opisywali Aleksandrow i Sawczenko (1950), Tabeckij (1952) oraz Aleksandrow (1954) jako normalne przerwy rozwojowe u roślin w okresie zimy, są po prostu artefaktami. Jest rzeczą zrozumiałą, że uszkodzenia mechaniczne łatwo mogą powodować artefakty, ciekawą natomiast wydaje się niejednakowa odporność chloroplastów na uszkodzenia u różnych roślin i w różnych organach tej samej rośliny. Chloroplasty w komórkach kory pierwotnej *Sambucus nigra* rozpadają się łatwiej niż w liściach. U roślin zimozielonych chloroplasty w komórkach liści są mniej trwałe niż u rośliny zielnej — *Antirrhinum maius*. Fakty te mogą świadczyć o pewnych różnicach w strukturze lub w chemizmie chloroplastów żyjących przez jeden sezon wegetacyjny i chloroplastów żyjących dłużej.

STRESZCZENIE WYNIKÓW

Zbadano na materiale świeżym i utrwalonym zachowanie się chloroplastów w ciągu całego roku w dojrzałych liściach *Buxus sempervirens* L., *Vaccinium vitis idaea* L., *Pinus silvestris* L. oraz w łodygach *Buxus sempervirens* L., *Sambucus nigra* L., *Sorothamnus scoparius* (L.) Wimm. *Cotoneaster* sp. i *Syringa vulgaris* L.

W materiale utrwalonym znaleziono w ciągu całego roku normalnie wykształcone chloroplasty z wyjątkiem bardzo nielicznych komórek z wybitnie skurczonym protoplastem zabitym wskutek ostrych mrozów.

W materiale świeżym stwierdzono, że rozpad chloroplastów i ich aglutynacja występuje w ciągu całego roku jedynie w komórkach martwych.

Należy stwierdzić, że w tym wypadku zmiany w strukturze chloroplastów zachodzą w wyniku uszkodzenia świeżego materiału podczas sporządzania skrawków.

W ten sposób nie zostały potwierdzone wyniki prac Aleksandrowa i Sawczenki (1950) oraz Tabeckiego (1952) o odwracalnym rozpadaniu się chloroplastów w okresie zimy.

Stwierdzono różnicę w reakcji na mechaniczne uszkodzenie komórki chloroplastów rośliny zielnej i roślin zimotrwałych. Chloroplasty w liściach roślin zielnych nie rozpadały się w warunkach, w których chloroplasty roślin zimotrwałych ulegały zniszczeniu.

Katedra Anatomii i Cytologii Roślin
Uniwersytetu Łódzkiego

(Wpłynęło dn. 8.3.1956 r.)

RÉSUMÉ

On a étudié sur le matériel vivant et fixé le comportement des chloroplastes pendant toute l'année dans les feuilles de *Buxus sempervirens* L., *Vaccinium Vitis idaea* L., *Pinus silvestris* L. et dans les tiges de *Buxus sempervirens* L., *Sambucus nigra* L., *Sorothamnus scoparius* (L.) Wimm., *Cotoneaster* sp., *Syringa vulgaris*.

Dans le matériel fixé on a trouvé, au cours d'une année entière, des chloroplastes normaux. Exceptionnellement on a trouvé quelques cellules mortes, contenant des protoplastes rétractés à la suite de la température 20—26°C.

Dans le matériel frais on observe le délabrement et l'agglutination des chloroplastes pendant toute l'année seulement dans les cellules mortes.

On peut donc admettre que les changements dans la structure de la cellule apparaissent pendant le coupage du matériel frais.

Par ces faits on n'a pas réussi de confirmer les résultats des recherches d'Aleksandrow et Sawczenko (1950) ainsi que celles de Tabeckij (1952) sur le délabrement réversible des chloroplastes dans les cellules des plantes hivernales.

On a constaté également l'existence d'une différence dans la réaction sur l'endommagement mécanique chez les chloroplastes de la plante herbacée et des plantes hivernales. Les chloroplastes des plantes herbacées ne se décomposaient pas dans les conditions dans lesquelles les chloroplastes des cellules hivernales subissent la destruction.

LITERATURA

- Aleksandrow W. G., 1954, Anatomija rastenij, Sow. Nauka: 498 Moskwa.
Aleksandrow W. G. Sawczenko M. I., 1950, O sostojanii zelenych plastid kory derewiew w zimnyj period. (K problemie indyvidualnosti plastid i omoloženija rastitelnoj kletki). Morfologija i anatomija rastenij, Trudy Bot. Inst. im. W. Ł. Komarowa. Ser. VII. 1: 5—81.

- Buvat R., 1944—45, Recherches sur la dédifférenciation des cellules végétales, Ann. Sc. Nat. Botanique 5—6: 1—216.
- Haberlandt G., 1876, Ueber den Einfluss des Frostes auf die Chlorophylkörper, Öster. Bot. Zeit. 26: 249—255.
- Kljuczarewa W. M., 1950, O cwietych plastidach tomatow, Agrobiologija, 146—148.
- Levis F. J., Tuttle G. M., 1920, Osmotic properties of some plant cells at low temperatures, Ann. of Bot., 34: 405—416.
- Schimper A. F. W., 1885, Untersuchungen über die Chlorophylkörper und die ihnen homologen Gebilde, Jahrb. wiss. Bot. 16: 1—247.
- Tabeckij D. A., 1952, O sostojanii plastid u wiecznozelonych rastienij w zimnyj period, Bot. Żurnał 37: 531—535.
- Zurzycki J., 1954, Badania nad chromoplastami. I. Przemiany morfologiczne plastydów w dojrzewających owocach, Acta Soc. Bot. Pol., 23: 161—174.