REGINA PIOTROWSKA

Zakł. Botaniki Ogólnej Uniw. Warszawskiego.

PRZYCZYNEK DO HISTORJI ROZWOJU PYLNIKÓW I
PYŁKU U NIEKTÓRYCH PRZEDSTAWICIELI RODZAJU
PENTSTEMON DOUGL.

(Ein Beitrag zur Kenntnis der Pollenentwicklung bei
einigen *Pentstemon*-Arten).

W s t ę p.

Kwiaty *Pentstemon* posiadają pięć pylników, z których tylko cztery wykształcają ziarna pyłku. Badając rozwój piętego, przemienionego w staminodjum pręcika, przeprowadziłam także badania nad rozwojem pyłku i zachowaniem się warstwy wyściełającej u kilku gatunków *Pentstemon*.

Materiał do badań zbierałam w ogrodzie Botanicznym U. W. Całe pączki kwiatowe po obcięciu działek kielicha utrwalalam na miejscu w płynie Nawaschin'a. Z pączków starszych z dojrzałym pyłkiem utrwalalam same główki pręcikowe. Skrawki, grubości od 7 — 10 p., barwiłam hematoksyliną żelazową Heidenhaina, a błony podbarwiałam roztworem zieleni jasnej w olejku goździkowym. Przy barwieniu gotowych ziaren pyłku posługiwałam się alkoholowym roztworem safrani-ny z aniliną.

Rozwój pyłku.

W rozwoju ziaren pyłku *Pentstemon ovatus* profaza I podziału ma przebieg normalny. Konjugacja zachodzi na drodze parasyndezy. Podczas pachynemy, pozostające dotychczas w związku tkankowym gonotokonty, zaczynają się uniezależniać, protoplasty ich zaokrąglają się, odstają od błony, i pomiędzy nimi a błoną komórki macierzystej zaczyna się stopniowo odkładać substancja kallozowa, będąca według Gates'a (1925) i Wóycickiego (1932) wydzieliną protoplastu. Kulisty protoplast jest nią całkowicie otoczony już w okresie diakinezy. Na terenie jądra widać wówczas sześć biwalentnych jednostek i siódmą tetravalentną grupę sprzężoną, powstałą podobnie jak u *Pentstemon isophyllus* ($n=8$) i u *Pentstemon campanulatus* ($n=8$) przez połączenie dwu par chromosomów (Winge, 1925, ryc. 36ab, 38a). Haploidalna liczba chromosomów *Pentstemon ovatus* ($n=8$) zgadza się z podaną przez Winge'go (1925).

Po zniknięciu błony jądrowej i jąderka, biwalenty o zupełnie gładkich konturach ustawiają się w płaszczyźnie równikowej komórki. Płyta metafazowa ma kształt elipsy, na obwodzie której leży sześć biwalentnych chromosomów. Dwa pozostałe biwalenty zajmują środek. Podobne ułożenie chromosomów w metafazie podaje Winge (1925 ryc. 33) dla *Pentstemon diffusus*. Z chwilą przejścia jąder w okres anafazy uniwalenty oddzielają się od siebie i równocześnie wędrują do biegunów. W płytach anafazowych siedem chromosomów leży na obwodzie, jeden zaś w środku. Przy końcu podziału redukcyjnego kulisty dotąd gonotokont wydłuża się w kierunku osi wrzeciona. W rekonstruujących się jądrach diadowych zjawia się małe jąderko, a karjotyna wykazuje w stosunku do jąder spoczynkowych znacznie większą zdolność barwienia się. W obrębie cytoplazmy widoczne są obecnie dwie wyraźne strefy: peryferyczna jaśniejsza, silnie zwakuolizowana i centralna, łącząca oba powstałe jądra o treści drobnoziarnistej i słabo zwakuolizowanej. W części podbłonnej zjawiają się ciała silnie barwiące się hematoksyliną. Podział homotypowy przebiega szybko, zwłaszcza metafaza, gdyż znalezienie jej jest trudne. Niewyraźne wrzeciona ułożone są względem siebie ukośnie. Prostopadłe ułożenie wrzecion spotykane jest rzadziej. Zgodnie z obserwacją Wóycickiego (1932),

że „protoplast zmienia swe kształty zależnie od kierunku płaszczyzn wrzecion”, a mianowicie, „jeśli te płaszczyzny krzyżują się ze sobą to protoplast zaokrągla się”, i protoplast *Pentstemon ovatus* zmienia beczułkowatą formę diad na kulistą. W czterech tetradycznie położonych punktach komórki macierzystej rekonstruuja się jądra przyszłych gonów. Pierwszym objawem rozpoczynającej się diakinezy jest dośrodkowe wpuklanie oponki zewnętrznej (Hautschicht); jednocześnie w środku czterojądrowego protoplastu powstaje drogą odmieszania jasna przestrzeń; od niej ku peryferji zarysowują się wyraźne tory, wzdłuż których nastąpi wyodrębnienie przyszłych gonów. Na terenie jasnej strefy zjawiają się mostki plazmatyczne, oddzielające drobne wakuolki, powstałe wskutek odmieszania cytoplazmy. Mostki plazmatyczne zostają wciągnięte stopniowo do gonów, a w miarę oddzielania się tych ostatnich przestrzeń między nimi zapełnia się równomiernie substancją kallozową.

U *Pentstemon ovatus*, podobnie jak u *Gentiana* (Wóycicki 1932) „special wall” Castetter'a nie stwierdziłam.

Wniosek Wóycickiego (1932), że do „Einschnürungstyp” Yamahy (1926) należy zaliczyć wogóle zjawiska podziału m. k. u okrytonasiennych, przenosząc je z typu „c” Yamahy do jego typu „a”, znajduje także potwierdzenie w przebiegu cytokinezy u *Pentstemon ovatus*. Kolejne stadja tego procesu zupełnie przypominają przebieg jego u przedstawicieli rodzaju *Gentiana*.

Nagie komórki tetradowe, więzione przez pewien czas we wspólnej oponie kallozowej, po rozerwaniu się jej uwalniają się, zachowując na razie położenie tetradyczne. Na powierzchni gonów widoczna jest cienka oponka z cellulozy.

Jądro pierwotne komórki pyłkowej, w okresie wielkiej wakuoli, zostaje zepchnięte ku błonie. W tem też położeniu skutecznia się podział jego na generatywne i wegetatywne. Chromozomy we wszystkich fazach podziałowych tego okresu są tak zbite, że wyróżnienie poszczególnych jednostek jest niemożliwe. Różnica między powstałymi tą drogą jądrami, które zachowują nadal położenie podbłonne, ogranicza się pierwotnie tylko do wielkości, struktura natomiast obu jest podobna.

Komórka generatywna ma kształt wrzecionowaty, podobnie jak u *Scrophularia nodosa* i *S. alata* (Rudenko, 1929).

Po definitywnem wykształceniu kom. generatywnej jądro ma strukturę, wielkość i kształt zupełnie odmienne od jądra wegetatywnego.

Dalszy rozwój męskiego gametofitu odbywa się prawdopodobnie tak jak u wszystkich *Scrophulariaceae*, a więc w wielokującej łagiewce po opuszczeniu komór pyłkowych; wysypujące się bowiem z pylników ziarna pyłku są dwukomórkowe.

*

*

*

U zbadanych dotychczas gatunków rodzaju *Pentstemon* haploidalna liczba chromosomów wynosi $n=8$ (Winge, 1925; Heitz, 1927; Vilmorin i Simonet, 1929) z wyjątkiem *P. laevigatus* var. *digitalis*, dla którego Winge (1925) ustala $n=48$. Ten ostatni gatunek byłby heksaploidem. Winge podaje, że u rodzaju *Pentstemon* nie stwierdzono pośredniego stopnia poliploidalności. Według moich obliczeń dla *Pentstemon Cobaea* Nutt., gatunku dotychczas niezbadanego, haploidalna liczba wahała się około 32, t. zn. około liczby, którą ostatnio podaje J. Clausen dla *P. neotericus* z Plumas (1933).

Ryc. 163.

Jądra *Pentstemon Cobaea* w diakinezie; widać wyraźnie sprzężone grupy chromosomów. $\times \pm 2000$.

Podobnie jak u *Pentstemon ovatus* w diakinezie u *P. Cobaea* występują sprzężone grupy (ryc. 163) chromozomów, powstałe przez połączenie dwóch geminów. Uniwalenty połączone są delikatnymi mostkami. Chromozomy diakinetyczne u obu gatunków różnią się kształtem; u *Pentstemon Cobaea* mają one formę kulistą, są natomiast krótkimi pałeczkami u *Pentstemon ovatus*.

Rozwój warstwy wyściełającej u *Pentstemon Cobaea* Nutt.

Warstwa wyściełająca, zgodnie z panującym obecnie poglądem, powstaje przez podział warstwy podepidermalnej młodego pylnika, t. zw. przez francuzów „assise pariétale primordiale”. Komórki jej, dzieląc się stycznie do powierzchni, dają do wewnątrz przylegające do archesporu tapetum, na zewnątrz zaś warstwę podepidermalną wtórną t. zw. „assise pariétale secondaire”. Ta ostatnia, dzieląc się ponownie stycznie do powierzchni pylnika, daje dwie warstwy: wewnętrzną przylegającą do tapetum—tranzytoryczną—i zewnętrzną, która da w przyszłości endoteczum.

Elementy warstwy wyściełającej w okresie pramacierzystych komórek pyłku u *Pentstemon Cobaea* są płaskie, zawierają słabo zwakuolizowany protoplast. Duże, owalne jądro o niewyraźnej błonie i kilku jąderkach zajmuje większą część komórki. Podczas wzrostu pylnika zwiększa się liczba elementów tapetum przez podział ich ściankami promienistymi; jednocześnie na skutek rozrastania się poszczególnych elementów zostaje zgnieciona silnie warstwa tranzytoryczna. Tapetum wewnętrzne („tapis interne” Francuzów) stanowi w tym okresie grupę komórek, wkraczających na teren pylnika. Całkowitą indywidualność morfologiczną osiąga warstwa wyściełająca w okresie gonotokontów. Na przekroju poprzecznym tapetum ma kształt pierścienia mniej lub więcej spłaszczonego, którego komórki odrazu rzucają się w oczy plazmą najsilniej chłonącą barwik i rozporządzają w stosunku do okresu poprzedniego dużą ilością wakuol, równomiernie rozrzuconych na terenie całej komórki. Równoczesność pierwszego podziału jąder warstwy wyściełającej i skurczu synaptycznego, obserwowane na wielu obiektach przez Bonnet'a (1912), Mascré (1921, 1928) i Thomas'a (1930, 1931), cechuje również *Pentstemon Cobaea*.

Powstałe jądra, leżące zazwyczaj blisko siebie, mogą być kuliste lub wydłużone i zaopatrzone są w liczne jąderka. W niektórych komórkach oba jądra mogą dzielić się ponownie (ryc. 164^A), dając początek komórkom czterojądrowym. Drugi podział jąder wykazuje zawsze prawidłowy synchronizm podziałowy. Zlewanie się jąder w komórkach warstwy wyściełającej występuje już przy podziale pierwotnego jądra ko-

Ryc. 164.

Pentstemon Cobaea. Podziały jąder w komórkach tapetum (A); kinezy jąder poliploidalnych (B); jednogrupowa rekonstrukcja (C) i jądra olbrzymie (D).

$\times \pm 1800$.

mórki wyścielającej i prowadzi do powstania jąder poliploidalnych. Nigdy nie zachodzi ono u badanego gatunku podczas spoczynku, ale wyłącznie w okresie podziału, najczęściej drogą jednogrupowej rekonstrukcji płytek metafazowych. Podobne jednogrupowe rekonstrukcje jąder podczas podziałów spotykała Poddubnaja (1931) u *Carduus*, a Gołaszewska (1934) u *Aspidistra*. Jądra poliploidalne mogą dalej dzielić się, na co wskazują znajduwane przezemnie obrazy (ryc. 164^{B,C}). Zachodzą tu dwa wypadki: albo chromozomy, które uległy podziałowi w metafazie rozchodzą się do biegunów (ryc. 164^B) i dają dwa jądra, albo też może zachodzić rekonstrukcja płytek metafazowych w myśl spostrzeżeń Poddubnojj (1931) (ryc. 164^C). W tym ostatnim wypadku powstają olbrzymie jądra poliploidalne o bardzo różnych kształtach (ryc. 164^D). Dwa podziały jąder, prowadzące do powstania czterojądrowych komórek, zlewanie się jąder, a następnie kinezy jąder poliploidalnych, przypadają na oba podziały mejotyczne. Po rozpadnięciu się tetrad pyłkowych na jednojądrowe gony, komórki wyścielające ulegają degeneracji, obejmującej jądra, cytoplazmę i błony. W miarę degeneracji olbrzymie jądra poprzedniego okresu (ryc. 164^D) tracą stopniowo obficie nagromadzoną substancję karjotynową, pomniejszając jednocześnie swą objętość. Ten rodzaj zwyrodnienia określają Mascré (1921) i Thomas (1931), a przed nimi Bonnet (1912) jako „lessivage chromatique”. Wraz z zubożeniem jąder w treść silnie się barwiącą, przybierają one kształt amebowaty, a w końcu jądro ma postać małego, bezstrukturalnego pęcherzyka. Degeneracja plazmy ma charakter „ziarnisto-alweolarny” według określenia Mascré (1921).

Końcowe stadium degeneracji widoczne jest na ryc. 165. Objętość komórki znacznie zmniejszyła się, a mianowicie uległ zmianie jeden jej wymiar — szerokość — przy niezminionej długości. Przypuszczalnie dzieje się to wskutek wydzielania do komory pyłkowej substancyj, dotychczas gromadzonych w komórce. Plazma ma charakter kłaczkowaty i gruboziarnisty. Błony zwrócone do wnętrza pylnika oraz ściany promieniste są silnie pofałdowane.

Zgodnie z przypuszczeniem Ubisch'a, jak to podaje Górczyński (1929), zgrubienie błony ma charakter pierwotnie jednolity, i dopiero w miarę posuwającej się degeneracji zatracą się równomierność tego zgrubienia. U *Pentstemon Co-*

baea nie wytwarzają się jednak płytki nabłonne, jak u *Oxalis acetosella* (G o r c z y ń s k i 1929), lecz błona staje się grubo-

Ryc. 165.

Komórki tapetum *Pentstemon Cobaea* w końcowym stadium degeneracji. W komórce lewej widać pozostałości jądra; błona wykazuje strukturę ziarnistą. $\times \pm 1800$.

ziarnistą lub perłkową, jak np. u *Solanum Dulcamara* i *S. tuberosum* (M a s c r é, 1921), lub u *Magnolia Yulan* i *Lilium tigrinum* (K o s m a t h).

Pylnik, zawierający gotowe ziarna pyłkowe, nie zdradza nawet śladów komórek wyścielających.

Podczas badań nad rozwojem tapetum u *Pentstemon Cobaea* spotkałam się ze zjawiskiem, o ile się nie mylę, nie notowanym dotychczas w literaturze.

W obrębie pasma tkanki wyścielającej zewnętrznej rozwój pewnych elementów odbiegał od zwykłej dla nich normy.

Występowały tu komórki z grubą oponą kallozową o tym charakterze, jakie w tej chwili cechują „zespoły” tetradowe. Na terenie protoplastu, niekiedy wielkością przerastającego sąsiednie komórki tapetum (ryc. 166^A) i tetradę, leży małe jądro, strukturą wyraźnie różniące się od jąder komórek warstwy wyścielającej. Przypomina ono raczej jakieś stadium podziału redukcyjnego n.p. synizezę (ryc. 166^A) lub strepsiten (ryc. 166^C). W stosunku do masy plazmatycznej wielkość jądra jest znikomo mała, dlatego też w przekroju można często otrzymać pozornie bezjądrowe masy plazmatyczne (ryc. 166^B). Cytoplazma w tych komórkach zdaje się podlegać „schaumige Degeneration” K ü s t e r’ a (1929).

W jaki sposób obok normalnych komórek tapetum powstają wyżej opisane elementy, powierzchnością swą przy-

Ryc. 166.

Swoiste wykształcenie pewnych komórek warstwy tapetum *Pentstemon Cobaea*. Objaśnienie w tekście. $\times \pm 1000$. W reprodukcji zmniejszony do $\frac{1}{2}$.

pominające k. m. pyłku i jaki jest ich dalszy los, trudno ustalić wobec tego, że zjawisko rzeczzone spotkałam jeden raz i tylko w okresie diad i powstawania tetrad. Fakt powyższy mógłby posłużyć za dowód w rękach tych badaczy, którzy przypisując tapetum pochodzenie archesporowe, dopatrują się w podziałach jąder komórek tapetum zatrzymanej cechy gonotokontu (Rosenberg). Jeszcze w 1912 r. Bonnet przychyliła się na stronę poglądu, że warstwa wyścielająca to „archesporos somatisées”, a Py (1929, 1932) jednakowe zachowanie się egzyny ziaren pyłkowych i zgrubień na błonie komórek wyścielających w stosunku do barwników, uważa za niezaprzeczony dowód homologji tapetum i archesporu.

Jednakże Mascré (1921) i Thomas (1930, 1931) istnienie pokrewieństwa między gonotokontami a warstwą wyścielającą całkowicie odrzucili po stwierdzeniu powstawania jej wewnętrznego odcinka („tapis interne”) przez podział wegetatywnych komórek łącznika, sąsiadujących z archesporiem. Szczególne zachowanie się tapetum podczas rozwoju pylnika Mascré i Thomas (1931) tłumaczą „non par leur origine, mais par des conditions physiologiques particulières dues a leur position speciale entre les éléments sexuels d'une part et d'autre part les cellules végétatives banales”. Według Py (1932) zjawiska te wyjaśnia jedynie hipoteza Rosenberg'a.

Z podanych wyżej moich własnych obserwacji wynika, że prawdopodobnie komórki warstwy wyścielającej zewnętrznej posiadają utajone cechy gonotokontu. Określenie tapetum jako warstwy komórek „potentiellement sporogènes”, co tak zwalczają Mascré (1921) i Thomas (1930 i 1931), znajduje w nich, jak sądzę, pewne uzasadnienie.

Rozwój warstwy wyścielającej u *Pentstemon ovatus*.

Powstawanie warstwy wyścielającej i pozostałych warstw, tworzących ścianę pylnika u *Pentstemon ovatus*, przebiega podobnie, jak u wyżej już opisanego gatunku. Podział jąder warstwy wyścielającej przypada na okres synizezy w komórkach macierzystych pyłku. Podziały te jednak nie zachodzą jednocześnie we wszystkich komórkach tapetum; przez dłuższy czas obok komórek dwujądrowych spotyka się komórki z jądrami w anafazie i metafazie a nawet z jądrami spoczynkowymi. U *Pentstemon ovatus* komórki warstwy wyściela-

jacej pozostają dwujądrowe; wyjątkowo tylko spotykają się komórki trójjądrowe. Jednogrupowej rekonstrukcji płytek metafazowych, tak częstej w poprzednim gatunku, u *Pentstemon ovatus* nie spotkałam.

Warstwa wyścielająca w okresie tetrad pyłkowych osiąga szczyt swego rozwoju. Jądra wykazują wyraźną hyperchromatyzację; gęsta treść plazmatyczna usiana jest drobnymi wakuolami, cienka błona komórek wyścielających jest obecnie mocno napięta.

Po uwolnieniu się gonów z opony kallozowej rozpoczyna się degeneracja warstwy wyścielającej. Jądra tracą stopniowo karjotynę, a więc degeneracja ich odbywa się (jak u *Pentstemon Cobia*) na drodze „lessivage chromatique”. Jednocześnie na terenie plazmy występują bardzo liczne utwory o różnych dziwacznych kształtach, silnie czerniące się hematoksyliną. Podczas degeneracji plazmy rzeźbione struktury stopniowo znikają. Analogiczne utwory występujące w okresie degeneracji tapetum u *Yucca gloriosa* (Bonnet, 1912 ryc. 111). Bonnet określa je jako „filaments chromidiaux”, Mascré i Thomas (1921, 1930) natomiast utożsamiają je ze źle utrwalonym chondrijomem. Gołaszewska (1934) jednak stwierdziła, że utwory te są strętami wewnątrz wakuolarnymi.

W stadium pyłku dwujądrowego degeneracja elementów wyścielających posuwa się dalej, a główną jej cechą jest niezwykle silna wakuolizacja treści. Jądra oddalone od siebie mają postać bezstrukturalnych pęcherzyków ze słabymi śladami karjotyny. Zwyródnienie zwakuolizowanej plazmy, podobnie jak u *Pentstemon Cobaea*, jest ziarnisto-alweolarne. Terytorjum komórki prawie całkowicie wypełniają wielkie wakuole, odsuwające treść plazmatyczną zasobną w skrobię, pod błonę komórkową. Charakter błony ulega zmianie, ale nie w kierunku wytworzenia ziarnistości, jak u *Pentstemon Cobaea*, gdyż tylko w pewnych miejscach powstają przerwy w zgrubiałej naogół błonie.

W pękniętym pylniku nie stwierdziłam ani śladu warstwy wyścielającej wbrew temu co piszą Mascré i Thomas (1930), według których jeszcze w tym momencie widoczna jest bezstrukturalna masa zdegenerowanych komórek tapetum.

Dodam wreszcie, że u *Pentstemon ovatus* w okresie średniej profazy spotykałam olbrzymie utwory o licznych jądrach (ryc. 167a, b). Powstały one jak gdyby na skutek zaniku błon

i połączenia zawartości kilku komórek wyścielających. W utworze tego rodzaju, jak podany na ryc. 167 a, b, przejawia się

a)

b)

Ryc. 167.

Mikrofotografia i rycina, przedstawiające wielojądrową masę plazmatyczną w komórce pyłkowej *Pentstemon ovatus*. $\times \pm 900$ i 1800 .

w każdym razie pewna skłonność wydzielniczego tapetum *Pentstemon ovatus* do wytworzenia peryplazmodjum.

Streszczenie wyników.

1. Rozwój ziaren pyłku *Pentstemon ovatus* przebiega zupełnie normalnie.

2. Na terenie jądra u *P. Cobaea* i *P. ovatus* w okresie diakinezy występują grupy chromosomów, powstałe podobnie jak *P. isophyllus* ($n=8$) i *P. campanulatus* ($n=8$) (Winge, 1925, ryc. 36ab, 38a) przez połączenie dwu par chromosomów.

3. Zgodnie z obserwacjami Wóycickiego (1932) jednoczesny podział komórek macierzystych pyłku na tetrady

odbywa się nie według „Membranleistentyp“, ale według „Einschnürungstyp“ Yamahy.

4. Dojrzały pyłek jest dwukomórkowy. Komórka generatywna ma kształt wrzecionowaty.

5. Haploidalna liczba chromozomów u *P. ovatus* równa się 8, zgodnie z liczbą podaną przez Winge'go (1925). Dla *P. Cobaea* haploidalna liczba chromozomów wynosi około 32.

6. Pylniki *P. ovatus* i *P. Cobaea* wykształcają warstwę wyścielającą typu wydzielniczego.

7. Warstwa wyścielająca zewnętrzna („tapis externe“) w obu gatunkach powstaje przez podział warstwy podepidermalnej młodego pylnika. Tapetum wewnętrzne („tapis interne“) powstaje przez podział komórek wegetatywnych łącznika, sąsiadujących z archespirem.

8. Indywidualność morfologiczną osiąga warstwa wyścielająca w okresie gonotokontów.

9. Pierwszy podział jąder warstwy wyścielającej u obu gatunków przypada na okres skurczu synaptycznego w komórkach macierzystych pyłku. U *P. ovatus* komórki warstwy wyścielającej pozostają dwujądrowe; u *P. Cobaea* powstałe jądra dzielą się ponownie, dając początek komórkom czterojądrowym. U *P. Cobaea* często występowały komórki tapetum o jądrach poliploidalnych. Jądra poliploidalne u *P. Cobaea* powstawały wyłącznie podczas podziałów, najczęściej w metafazie, na drodze rekonstrukcji płytki w myśl spostrzeżeń Poddubnoy nad *Carduus* (1931) i Gołaszeuwskiej (1934) nad *Aspidistra*. Jądra poliploidalne w wielu wypadkach ulegały dalszemu podziałowi.

10. Po rozpadnięciu się tetrad na jednojądrowe gony, komórki warstwy wyścielającej ulegały degeneracji, obejmującej plazmę, błony i jądra. Degeneracja jąder w obu gatunkach odbywa się na drodze „lessivage chromatique“.

11. Początek degeneracji komórek tapetum zaznacza się w obu gatunkach zupełnie równomiernym zgrubieniem błony komórkowej, zwróconej do wnętrza pylnika. Jednolitość zgrubienia w miarę posuwającej się degeneracji ulega zmianie; u *P. Cobaea* błona staje się grubo-ziarnistą lub perełkowatą, u *P. ovatus* powstają tylko w pewnych miejscach przerwy w zgrubieniu.

12. W obrębie pasma warstwy wyścielającej zewnętrznej u *P. Cobaea*, w okresie powstawania tetrad, występują ko-

mórki otoczone oponą kallozową, która cechuje w tej chwili zespoły tetradowe (ryc. 166^{A, B}). Jądra rzeczonych komórek, wyraźnie różnią się od jąder komórek wyściełających. Przypominają one jakieś stadjum podziału redukcijnego synizęzy lub strepsitenu (ryc. 166^C). Cytoplazma komórek posiada charakter nigdzie pozatem nie spotykany. Fakty powyższe mogą w pewnej części uzasadniać określenie komórek tapetum jako „potentiellement sporogènes“.

13. U *P. ovatus* spotykałam olbrzymie, nieoblńonione i wielojądrowe protoplasty (ryc. 167), wskazujące na pewną skłonność wydzielniczego tapetum tego gatunku do tworzenia peryplazmodjum.

Pracę niniejszą wykonałam w Zakładzie Botaniki Ogólnej U. W. pod kierunkiem Pana Prof. Z. Wóycickiego, któremu składaam serdeczne podziękowania za cenne wskazówki i pomoc.

P. dr. W. Beckerowi pragnę również wyrazić wdzięczność za rady i żywe zainteresowanie pracą.

Literatura.

- Bonnet, J. 1912. Arch. für Zellf., t. 1.
 Clausen, J. 1923. Hereditas.
 Gates, R. R. 1925. Cellule, t. 35.
 Golaszewska, Z. 1934. Acta Soc. Bot. Poloniae, Vol. XI.
 Gorczyński, T. 1929. Acta Soc. Bot. Poloniae, Vol. VI, N. 3.
 Heitz, E. 1927. Abhand. Nat. Ver., Hamburg, Bd. XXI.
 Mascré, M. 1921. Thèse Doct., Paris.
 — 1928. C. R. Ac. Sc., Paris, t. 186.
 Mascré, E. et Thomas, R. 1930. Bull. Soc. Bot., France, t. 77.
 Poddubnaja-Arnoldi, W. 1931. Beih. Bot. Centralb., Bd. XLVIII.
 Py, G. 1929. C. R. Ac. Sc., t. 189.
 — 1932. Rev. Gén. de Bot., t. 44.
 Rudenko, T. E. 1929. Bull. jard. bot., Kieff, IX.
 Thomas, R. 1931. Thèse Doct., Paris.
 Vilmorin et Simonet. 1927. C. R. Soc. Biol., 96.
 Winge, O. 1925. Cellule, t. 35.
 Wóycicki, Z. 1932. Acta Soc. Bot. Poloniae, Vol. IX N. 1—2.
 — 1932. „ „ „ „ „ „ N. 3—4.
 Yamahara, G. 1926. Jap. Journ. of. Bot., Tokyo. Vol. III.

Zusammenfassung.

1. Die Entwicklung der Pollenkörner verläuft bei *Pentstemon ovatus* vollkommen normal.

2. In der Diakinese treten bei *P. Cobaea* und *P. ovatus* Chromosomengruppen auf, die ähnlich wie bei *P. isophyllus* und *P. campanulatus* ($n=8$; Winge, 1925, Abb. 36a, b, 38a) durch Vereinigung zweier Chromosomenpaare entstanden sind.

3. Die Tetradenteilung der Pollenmutterzellen erfolgt — in Übereinstimmung mit den Untersuchungen von Wóycicki (1932) — nicht nach dem „Membranleistentypus“ sondern nach dem „Einschnürungstypus“ von Yamaha.

4. Das reife Pollenkorn ist in der Anthere zweizellig; die generative Zelle ist spindelförmig.

5. Die haploide Chromosomenzahl beträgt bei *P. ovatus* — in Übereinstimmung mit Winge (1925) $n=8$; bei *P. Cobaea* beträgt dieselbe $n=32$.

6. Die Antheren von *P. ovatus* und *P. Cobaea* besitzen ein Sekretionstapetum.

7. Die äussere Tapetumschicht („tapis externe“) entsteht bei beiden Arten durch Teilungen der subepidermalen Zellschicht der jungen Anthere („assise pariétale secondaire“ der franz. Terminologie). Die innere Tapetumschicht („tapis interne“) entsteht durch Teilungen der vegetativen, in der Nachbarschaft des Archespors liegenden Zellen des Konnektivs. Ihre morphologische Individualität erreicht die Tapetumschicht in der Gonotokontenphase.

8. Die erste Kernteilung findet in der Tapetumschicht zu gleicher Zeit mit der Synapsis in den Pollenmutterzellen statt. Bei *P. ovatus* bleiben die Zellen des Tapetums zweikernig; bei *P. Cobaea* teilen sich die neuentstandenen Kerne nochmals und geben vierkernigen Zellen den Ursprung. Bei *P. Cobaea* treten oft im Tapetum Zellen mit polysomatischen Kernen auf (Abb. 164). Dieselben entstehen ausschliesslich durch eingruppige Rekonstruktion u. zw. meistens der Metaphaseplatten, ähnlich wie bei *Carduus* (Poddubnaja-Arnoldi, 1931) oder *Aspidistra* (Gołaszewska, 1934). Die polysomatischen Kerne erfahren oft weitere Teilungen.

9. Nach dem Zerfall der Tetraden in einkernige Gonen degeneriert das Tapetum. Es degenerieren sowohl Plasma wie Kerne und Membranen. Die Degeneration der Kerne erfolgt

auf dem Wege von „lessivage chromatique“. Der Beginn der Zelldegeneration kennzeichnet sich bei beiden Arten durch gleichmässige Verdickung der der Anthere zugewandten Zellmembran. Im Laufe der fortschreitenden Degeneration ändern sich aber die Verhältnisse: bei *P. Cobaea* wird die ganze Membran grobkörnig und perlartig, bei *P. ovatus* ist die Verdickung der Zellmembran bloss an einigen Stellen unterbrochen.

10. Innerhalb der externen Tapetumschicht treten bei *P. Cobaea* während der Tetradenbildung Zellen auf, die von einer Kallosehülle, wie sie für Tetraden so charakteristisch ist, umgeben sind. Die Kerne der erwähnten Zellen, im Verhältniss zur Plasmamasse äusserst klein, unterscheiden sich sehr deutlich von den Kernen der Tapetenzellen. Sie erinnern irgendwie an gewisse Stadien der Reduktionsteilung (Strepsiten, bzw. Synisesis) (Abb. 166). Das Zytoplasma dieser Zellen trägt einen sonst nirgends vorkommenden Charakter. Diese Tatsachen begründen gewissermassen die Bezeichnung des Tapetums als „potentiellement“ sporogene Schicht.

11. Bei *P. ovatus* kommen riesige membranlose vielkernige Protoplasten vor, die auf eine gewisse Tendenz dieses Sekretionstapetums zu Periplasmodiumbildung hinweisen würden.

Institut f. allg. Bot. d. Univ. Warschau.