O procesie kiełkowania nasion i o charakterze wyrodnienia zalążków u *Haemanthus Katharinae*.

(Über den Keimungsprozess der Samen und den Degenerationscharakter der Samenanlagen bei *Haemanthus Katharinae*).

Napisał

Z. WÓYCICKI.

(Tablice III—IV).

(Wpłynęło do redakcji 20. IV. 1931).

Kiedy w roku 1900 Fr. Hildebrand zamierzał zająć się bliżej całym rodzajem *Haemanthus* w celu opracowania go tak, jak to zrobił w swoim czasie z rodzajem *Cyclamen*, stwierdził przedewszystkiem, że są to rośliny niezmiernie z wielu względów ciekawe i ze wszech miar zasługujące na bliższą uwagę.

„Nachdem ich — pisze Hildebrand — die ganze Gattung *Haemanthus* als eine sehr interessante erkannt hatte, fasste ich zwar den Plan, die meisten Glieder derselben, lebend ¹⁾ mir zu näheren Beobachtungen zu verschaffen“ ²⁾.

Planu tego jednakże nie wykonał, gdyż stanęła temu na przeszkodzie z jednej strony ta okoliczność, że autor przekonał się wkrótce, iż niezmiernie trudno byłoby zdobyć wszystkie gatunki w stanie żywym ³⁾, z drugiej zaś — ten fakt: „...dass namentlich durch die verschiedenen *Haemanthus*-Bastarde, welche in den Gärten neuerdings mit und ohne Absicht gezogen wurden, eine grosse Unsicherheit in Bezug auf die Reinheit der einzelnen, von den Gärtnereien bezogenen Exemplare herrscht“... ⁴⁾.

Ograniczył się przeto autor tylko do bliższej analizy *Haemanthus tigrinus* i doszedł do przekonania, że roślina rzeczona bardzo

¹⁾ Kursyw mój.

²⁾ L. c., p. 373.

³⁾ L. c., 373.

⁴⁾ L. c., p. 373.

oryginalnie zachowuje się pod względem kiełkowania, mianowicie: skoro nasienie uwolni się z miąższu owocu, zaczyna ono kiełkować bez posiania w ziemię, a nawet „...bei trockenem Aufbewahren“ ¹⁾. W przeciwnym razie, jeśli nasienie nie zostanie wyswobodzone z jagody, kiełkowanie całkowicie ustaje. Takie zachowanie się nasion zniewoliło autora do wielokrotnych eksperymentów i doprowadziły go do wniosku, że nasiona *H. tigrinus* mogą kiełkować wyłącznie poza obrębem owocu i że pochodzi to stąd „...dass durch die Beerenhaut keine Luft zu ihnen gelangen kann, welche notwendige Bedingung zur ihrer Keimung ist“ ²⁾. Rozmnażanie przeto *H. tigrinus* w terenie Hildebrand wyobraża sobie w ten sposób, że: „Hier werden die Beeren... bei ihrer Reife nicht lange unversehrt bleiben, die Vögel werden sie zum Verspeisen in ihren Schnabel nehmen, wobei dann,... die Samen befreit und weit fortgeschleudert werden“ ³⁾. Nieco inaczej zachowuje się *H. Katharinae* w warunkach hodowli w szklarniach o temperaturze +12—16°. Roślina ta, zakwitając zwykle w końcu czerwca, lipcu lub nawet w sierpniu, wydaje dojrzale czerwonego koloru owoce w grudniu lub początkach stycznia. Zanim jednak przejdę do właściwego tematu niniejszego komunikatu, chciałbym poruszyć sprawy związane z rozwojem woreczka zalążkowego, zarodka i bielma.

* * *

Jak już podałem w pracy mej z roku 1929, drukowanej w tomie VI Acta Soc. Bot. Poloniae, normalny i gotowy do zapłodnienia woreczek zalążkowy posiada doskonale wykształcony pełny aparat jajowy, złożony z jaja i dwóch synergid; antypod jest 3 i wszystkie leżą w jednej płaszczyźnie, opierając się na resztkach t. zw. postamentu. Tuż nad antypodami spoczywa jądro biegunowe, pogrążone w plazmie, obfitującej w liczne, czerniejące od kwasu osmowego kropelki tłuszczu, a nieco wyżej w strumieniu plazmy, idącej od aparatu jajowego do aparatu antypodalnego tkwi jądro biegunowe górne. Tak zbudowany woreczek zalążkowy w mikropylarnej okolicy pokryty jest jedną już tylko warstwą komórek ośrodka, którego tkanka w tym czasie w obrębie antypod szybkiej ulega degeneracji (por. ryc. 23 z r. 1929).

Z zapłodnionego jaja powstaje zarodek, który w okresie różnicowania się periblemu i pleromu ma zarysy kuliste i spoczywa na

¹⁾ L. c., p. 378.

²⁾ L. c., p. 378—379.

³⁾ L. c., p. 378.

słabo bardzo wykształconym wieszadelku¹⁾. Na terenie komórki, położonej pomiędzy aparatem jajowym i antypodami, tworzy się początkowo bielmo jądrowe, w którym jądra, oglądane na materiale świeżym, mają bardzo różną wielkość i różne zarysy (Ryc. 18).

Na materiale utrwalonym i barwionym metodą Bellinga (1926) różnice te występują również wyraźnie (Ryc. 19); co więcej, widać tu i fazy kopulacji jąder [znane od czasu prac Strasburgera (1880) i Tischlera (1900) nad *Corydalis*]²⁾, tłumaczące nam w dostatecznej mierze takie anafazy, jakie mamy na ryc. 20.

W sześć do ośmiu tygodni po okwitnięciu w woreczkach zalążkowych mamy już wykształconą masywną tkankę bielma komórkowego.

Ryc. 18. Zarysy i wielkość jąder w bielmie jądrowym u *H. Katharinae*. $\times 450$.

wego. Wyjątkowo spotykają się zalążki, w których centralna część woreczka jest jeszcze wypełniona płynną masą energid wolnych, nieobłonionych. Zasiąg skrobi i wielkość jej ziarn w takim bielmie, które już szczelnie otacza zarodek, wykazuje na wyraźną zależność, istniejącą pomiędzy bielmem z jednej strony, a okrywami i zalążkiem — z drugiej. Brzeg bowiem bielma zarówno jak i wewnętrzna jego okolica, pozostająca w styczności z zarodkiem, rozporządza drobnymi i nielicznymi ziarnami, podczas gdy centralne mniej więcej

¹⁾ Według A. Stenara (1925): „Ein Supensor war nicht zu bemerken“. L. c., p. 83.

²⁾ Porównaj B. Němec, 1900, p. 96—119; P. N. Schürhoff, 1926, p. 102.

partje tkanki bielkowej zawierają w komórkach ziarna duże i w liczbie bardzo znacznej (Ryc. 21).

Zgadza się to częściowo z obserwacjami Němeca (1910), dotyczącymi bielma *Secale cereale*; według pomienionego autora „...dem Embryo anliegende Endosperm bleibt ziemlich lange teilungsfähig und frei von reichlicher Reservestärke“¹⁾.

Dodać wreszcie muszę, że zarówno w bielmie jądrowym, jak i w bielmie komórkowym *H. Katharinae* stwierdzić można (i na materiale świeżym i na materiale utrwalonym), że w trakcie kinezy niema równego podziału amyloplastów (ze skrobią) pomiędzy proto-

Ryc. 19. Bielmo jądrowe z preparatu przygotowanego metodą Bellinga. Kopulacja jąder i podział jądra triploidnego. Apochr. Zeissa 4 mm $\times$ okul. proj. Nr. 1. $\times$ 450.

plasty pochodne. Zwykle przeważna część materiału tego grupuje się na biegunie zwróconym nazewnątrz woreczka zalążkowego. Nie ulega wątpliwości, że na stosunki rzeczzone wywierają wpływ decydujący zależności korelacyjne („determinierende Korelation“ Küstera), panujące z jednej strony pomiędzy bielmem i zarodkiem, o czym zresztą już powyżej wspominałem.

Zarodek (intensywnie zielony) w nasieniu dojrzałym w najogólniejszych zaledwie zarysach przypomina stosunki panujące u *Endymion*, *Narcissus* lub *Scilla bifolia*, gdyż u *Haemanthus* — wbrew temu co podaje Chouard (1926), dla ustalonych przez siebie „typów“ —

¹⁾ L. c., p. 104.

wyraźnie jest zarysowana pochwa liścieniowa ¹⁾ z pączkiem w swej pachwinie, o czym dokładnie świadczy prócz szematu (Ryc. 22 i załączona do tekstu mikrofotografia (Ryc. 23).

* * *

Wracając teraz do tematu, poruszonego we wstępie, zaznaczyć wypada, że skórka dojrzałych jagód *Haemanthus Katharinae* składa się z płaskich komórek z dużą centralną wakuolą, zabarwioną na kolor czerwony. Jądro otaczają dość ściśle nieliczne chromoplasty, które ponadto występują i dalej w zarodki. Głębsze warstwy owocu

Ryc. 20. Bielmo jądrowe w preparacie przygotowanym metodą Bellinga. Anafaza podziałowa jądra polyploidalnego. Apochr. Zeissa 4 mm $\times$ okul. proj. Nr. 4. $\times$ 500.

zbudowane są z dużych komórek miękiszowych, zawierających wielkie jądra i liczne bądź pojedyncze, bądź grupkami zebrane chloroplasty. Bezbarwne wakuole z odczynnikami Fehlinga lub α -naftolem dają wyraźną reakcję na cukry.

Jagody te zawierają podobnie, jak *H. tigrinus*, po 3, częściej wszakże po 2 lub nawet jedno tylko należycie wykształcone nasienie.

¹⁾ Chouard mówi: „Dans la graine, le cotylédon est un cylindre blanc et plain, sauf du côté du micropyle, où une cavité close, en forme de dôme... contient une mamelon qui est la gemmule“. L. c., p. 310 (kursyw mój). Już wszakże Klebs (1885), w ślad za Fischerem (1812), wyraźnie mówi o pochwie: „sehr tief geht auch die Scheide bei *Haemanthus puniceus*, *Amaryllis longifolia*, bei welchen die Wurzel anfangs relativ kurz bleibt“. L. c., p. 567.

Niesłusznem jest przeto uogólnienie Velenowsky'ego, który mówi, że „die Beerenfrüchte der Gattung ¹⁾ *Haemanthus* (Amaryll.)

Ryc. 21. Schemat rozkładu ziarn skrobi na przekroju poprzecznym 6—8-tygodniowego bielma *H. Katharinae*. *Oz* — okrywa zewnętrzna. *Ow* — okrywa wewnętrzna. *Z* — wnęka po zarodku.

lassen einen einzigen, an einem langen Faden hängenden Samen heraus... ²⁾).

Ryc. 22. Schemat stosunków, panujących w dojrzałym nasieniu *Haemanthus Katharinae*. *C* — Liścień. *S* — pochwa liścieniowa. *P* — Pączek. *E* — Bielmo. *Ow* — Okrywa wewnętrzna. *Oz* — Okrywa zewnętrzna. *H* — Kolanko podliścieniowe (hypokotyl).

Czasami u *H. Katharinae* wszystkie owoce, które się należycie wykształciły ³⁾, kiełkują natychmiast, czasami tylko część z nich,

¹⁾ Kursyw mój.

²⁾ Velenowský, J. L. c., p. 1108.

³⁾ A zwykle dojrzewa z całego kwiatostanu [w warunkach hodowli szklarniowej lub pokojowej] owoców stosunkowo niewiele.

podczas gdy inne — zgodnie z przytoczonymi powyżej spostrzeżeniami Hildebranda — zaczynają kiełkować w pewien czas po opadnięciu z szypułki. U *H. Katharinae* wszakże dzieje się to w nasionach, okrytych szczelnie przyschniętymi i pomarszczonymi pokrywami owocu. Te właśnie wypadki musiał mieć na uwadze H. Schlimbach (1924), pisząc „der Embryo ist zur Samenreife noch nicht völlig entwickelt, er bedarf einer Nachreife“¹⁾.

Dodam też, że we wszystkich owocach, z którymi miałem do czynienia, zarówno zewnętrzna jak i wewnętrzna okrywa zalążków były jednakowo rozwinięte i jednakowym uległy modyfikacjom

Ryc. 23. Podłużny przekrój przez zarodek *H. Katharinae* w okolicy pochwy liścieniowej. *S* — Pochwa liścieniowa o brzegach mocno zaciśniętych. *P* — Pączek (plumula). Apochr. Zeissa 4 mm $\times$ okul. proj. Nr. 4. $\times$ 70.

w trakcie rozwoju nasienia; można je z łatwością odnaleźć nawet w nasionach kiełkujących w postaci 2 odgraniczonych od siebie błonek, złożonych z 4 do 5 warstw komórek, pozbawionych treści, silnie zfałdowanych i pomarszczonych. Zdaje mi się przeto, że zdanie Schlimbacha: „Nach Befruchtung der Eizelle wächst der Embryosack und das äussere Integument mächtig heran, das innere verschwindet“²⁾ polega na nieporozumieniu.

Bielfo, jak już wspomniałem wyżej, zarówno jak i zarodek, zawierają w swych komórkach bardzo liczne ziarna skrobi. Są one

¹⁾ Schlimbach, H. L. c., p. 47.

²⁾ L. c., p. 74.

bądź proste bądź złożone, a w młodym bielmie jasno rysuje się kontur plastydów, w których łonie powstały.

Później, skoro już zarodek wykształcił się całkowicie, resztki plastydów trudne są do wykrycia w bielmie (choć i tam dają się

Ryc. 24. Brzeg bielma w kiełkującym nasieniu z dwoma okrywami. O^w — okrywa wewnętrzna. O^z — okrywa zewnętrzna. E — bielmo. Obj. Reicherta Nr. 6 $\times$ okul. Leitz Nr. 8. $\times \pm 350$.

wyróżnić), bardzo wyraźnie natomiast występują one w tkankach zarodka, w materiale utrwalonym metodą Regaud i barwionym bądź hematoksyliną, bądź metodą Champy-Kulla w modyfikacji Maximowicza. Każde ziarno resztkę tę posiada czy to w postaci

Ryc. 25. Plastidy z ziarnami skrobi z 3-ej i 4-ej warstwy zewnętrznej bielma *H. Kautharinae*. $\times 450$.

delikatnej pełnej otoczki, b. zbliżonej do tego, co widzimy na ryc. 1 pracy Mottier z roku 1918, czy półksiężycy, czy też wreszcie w postaci brzeżnej resztki i śladów, wypełniających przestrzeń pomiędzy poszczególnymi ziarnami ziarna złożonego. W tych wy-

padkach, w których resztki plastydów położone są z boku koncentrycznie uwarstwionych ziarn skrobi, odrywają się one łatwo od ziarna i leżą wolne w komórce w postaci długich, cienkich, czasami prostych, częściej zagiętych utworów, silnie wybarwionych hematoxyliną lub fuksyną.

Wracając do owoców o nasionach kiełkujących na szypułce, w których przeto mamy do czynienia z niezaprzeczoną żyworością¹⁾, to jagody takie wysoce zmieniają z biegiem czasu swe

Ryc. 26. A — Jagoda, w której kiełkuje jedno nasienie. B — Jagoda o dwóch kiełkujących nasionach. Wielkość naturalna.

kształty i tem uzewnętrzniają procesy, rozgrywające się pod osłoną owocni (Ryc. 26).

Jak różnie wyglądają owoce, z których wnętrza przebijają się kiełki, widać z załączonej poniżej fotografii (Ryc. 27).

¹⁾ Zjawisko, o którym mowa, niezwykle przypomina opis stosunków, spotykanych u *Rivina laevis* L. w warunkach hodowli szklarniowej. Velenovský (1910, p. 1099 i 1101), który je podaje dość dokładnie, pisze to, co można w zupełności zastosować do *H. Katharinae* a mianowicie: „In den Glashäusern ist die beschriebene Erscheinung aber etwas regelmässiges“. Goebel (1901, p. 459) tak określa zjawisko viviparii: „Streng genommen sind darunter nur solche (Pflanzen) zu verstehen, bei denen der Embryo, ohne eine Ruheperiode durchzumachen, schon solange die Frucht noch an der Mutterpflanze ist, keimt“. Velenovský dodaje: „die vivipare Keimung ist eine konstante und erbliche Eigenschaft...“ (L. c., p. 1099). Z tego wynika, że należałoby wyróżnić: „żyworość wrodzoną i przygodną“.

Kiedy owoc, oznaczony liczbą 4, jest jeszcze pełny i gładką posiada powierzchnię, owoce 1, 2, 3 są silnie pokurczone. Kielki przebiły się nazewnątrz u podstawy rzeczonych jagód, w pobliżu przymocowania ich do szypułki; stanowią one oczywiście kolanka podliścieniowe z zawiązkiem korzenia na swym szczycie i kołnierzem

Ryc. 27. Owocostan *H. Katharinae* z jagodami w okresie kielkowania nasion (grudzień 1929). Wielkość naturalna.

delikatnych długich włosników na granicy obu organów. W tym przeto wypadku — pomimo zaliczenia przez Klebsa *Haemantusa* do typu I¹⁾ — sposób kielkowania *H. Katharinae* zbliżałby się do typu VI rzeczonego autora, który go charakteryzuje jak następuje:

¹⁾ L. c., p. 566.

„Hauptwurzel während der Keimung wenig oder gar nicht wachsend; ein Kranz von Wurzelhaaren an dem Wurzelhals vertritt dieselbe“¹⁾).

O liczbie nasion w owocach, jak również o położeniu o charakterze wzrostu kielków daje pojęcie ryc. 28. Mamy tu 6 jagód o owocni rozdartej w ten sposób, że widać kielkujące nasiona. W jagodzie 2 i 3 wykształciło się tylko po jednym nasieniu, w pozostałych zaś (1, 4, 5. 6) po 2. W owocu 6-ym obydwie nasiona wydały dwa krótkie, proste, równoległe ułożone kielki, w owocach natomiast

Ryc. 28. Sześć jagód, których nasiona kielkują żyworo (grudzień 1929).
Wielkość naturalna.

1, 2 i 5 są one mocno pozaginane; wreszcie w jagodach 3 i 4 kielkowanie wewnątrz owocu nie ograniczyło się na kolanku, lecz wytworzył się dość długi korzeń zasadniczy, który w jagodzie 3-ej zmuszony był w różnych wygiąć się kierunkach.

Hildebrand takie zachowanie się nasion u *H. tigrinus* obserwował raz tylko i objaśnił sobie to niezwykle dla siebie zjawisko tem, że prawdopodobnie „...die Fruchtwand beim Abreissen vom Stiel der Beere etwas verletzt worden war, was sich nach Eintrock-

¹⁾ L. c., p. 575.

nung der letzteren nicht mehr feststellen lies“¹⁾. U *H. Katharinae*, jak widać z powyższego, zjawisko żyworośdztwa w warunkach hodowli szklarniowej jest zjawiskiem aż nazbyt częstem, a zachowanie się jego owoców i nasion świadczy wymownie o tem, że przypuszczenia Hildebranda, jakoby do kiełkowania nasion *Haemanthus tigrinus* nieodzowny jest bezpośredni dostęp powietrza, wymaga conajmniej dalszych obserwacyj.

* * *

Jak widać z ryc. 27 w bogatym kwiatostanie *H. Katharinae* nie wszystkie zalążnie wydają owoce, a co więcej, nie wszystkie zalążki normalnie się rozwijają nawet wówczas, kiedy woreczek zalążkowy wykształcił się typowo i kiedy w mikropyle można stwierdzić obecność łagiewki.

Jedną z najczęstszych anomalij, spotykanych w trakcie niedorozwoju zalążków u *Haemanthus* jest przewężanie się ich ośrodka w ten sposób, że przybiera on postać butelki (Ryc. 29). Wraz z ośrodkiem zapada się i okrywa wewnętrzną; zewnętrzna natomiast zachowuje swą konfigurację, silnie odstaje od pozostałej części zalążka i przykrywa ujęcie, poprzez które wysuwa się szczyt ośrodka. Szczyt ten pokryty jest tylko skórą, pod którą spoczywa (bezpośrednio pod szerokiem mikropyle) normalnie wykształcone jajo i dwie synergidy²⁾. Jądra w nich są maleńkie, osadzone na dnie komórek, a plazma poniżej doskonale wykształconego aparatu nitkowego ma charakter bezstrukturalny, szklisty i barwi się silnie barwnikami jądrowymi. Pod szyjkowatym zwężeniem zalążka, w jego brzusznej części, leżą w woreczku zalążkowym na zwyrodniałym postamencie mocno spleśzczone antypody. Zwakuolizowana ich plazma jest ziarnista i tylko gdzieś tam występują w niej lamelarne ergastoplastyczne struktury.

Na antypodach — w piramidalnem skupieniu gęsto drobnoziarnistej zarodzi — leży dolne jądro biegunowe o nieprawidłowych, mocno falistych zarysach. Jego jąderko jest duże, pełne i silnie jednolicie wybarwione. Karyotyna ma charakter drobnych nieprawidłowych ziarenek połączonych subtelnymi mostkami; wyściela ona pofałdowaną błonę jądra i tworzy strumyki, biegnące od błony ku jąderku, leżącemu w centrum jądra. Pod szczytem plazmatycznego stożka widać z lewej strony zupełnie wyraźne zarysy (Ryc. 29 /¹¹)

¹⁾ L. c., p. 378.

²⁾ Opis podaję na zasadzie materiału utrwalonego mocnym płynem Flemminga i barwionego safraniną i zielenią jasną, bądź hematoksyliną żelazową i fioletem gencjanowym.

drugiego jądra biegunowego, które znalazło się w tym miejscu już tylko w postaci resztki, mającej charakter nieregularnego pęcherzyka, wysłanego na wewnętrznej stronie swej błony rozproszonymi ziarenkami karyotyny. Jest to przeto zjawisko typowej karyoreksji (w terminologii Bonnet¹⁾), poprzedzanej przez rozpad jądra, przy-

Ryc. 29. Przekrój podłużny przez zalążek *H. Katharinae*. O^z — okrywy zewnętrzne. O^w — okrywy wewnętrzne. O^s — ośrodek zalążka. J^I — jądro biegunowe górne. J^{II} — jądro biegunowe dolne. Pt — postament, na którym spoczywają synergidy. Obj. Reicherta Nr. 3 $\times$ okul. Nr. 8. $\times \pm 80$.

pominający to, co Bessie Goldstein (1928) opisała pod nazwą „budding nuclei” dla jąder, występujących w komórkach miększu „of mottlet lily leaf”²⁾.

¹⁾ Bonnet, l. c., p. 675.

²⁾ L. c., p. 375.

W niektórych wypadkach zjawisko chorobliwego bezwątpienia „pączkowania” jąder biegunowych ma niezwykle oryginalny charakter (Ryc. 30 i Tabl. III, fig. 3). Widać bowiem wówczas wokół jądra (jak w danym wypadku dolnego jądra biegunowego) całą aureolę, złożoną z mniejszych i większych, bardziej lub mniej nieregularnych utworów, których wewnątrz jest bezbarwne, a błonka pokryta od wewnątrz rozproszonymi na niej drobnymi ziarnami karyotyny.

Na tabl. III, fig 3 w miejscu wskazanym linią przerywaną, widać nawet ostro zakończoną wypustkę jądra, opatrzoną „pączkiem”, leżącym jednak w innej płaszczyźnie i dlatego mglistym. W tych wo-

Ryc. 30. Jądro biegunowe górne z aureolą popękanych „pączków”. Obj. imm. Leitza o apert. $1.3 \times$ okul. Leitza N 10. $\times \pm 1040$. W reprodukcji zmniejszony o $1/3$.

reczkach, w których zjawisko rzeczzone występowało w całej swej wyrazistości, antypody wykazywały już również cechy wysoce anormalne, gdyż cała ich plazma posiadała strukturę lamelarną. Czasami lamele „ergastoplazmatyczne”¹⁾ ułożone są bardzo regularnie, a więc równoległe do powierzchni jądra i komórki (Tabl. IV, fig. 5), czasami zaś stanowią jakgdyby nieregularne zwichrzone ich sploty (Tabl. III, fig. 4). W tym ostatnim wypadku, który wielce przypomina opis

¹⁾ W. Robyns (1928) wyróżnia tego rodzaju struktury ergastoplazmatyczne o charakterze artefaktów od „ergastoplasme vrai”. Ta, zdaniem autora: „est donc une différenciation fonctionnelle, qui constitue probablement un élément caractéristique et constant des cellules sécrétrices”. L. c., p. 189.

antypod u *Delphinium formosum*, podany przez Cappellettiego (1927)¹⁾ z całą pewnością stwierdzić można, iż na preparatach mamy do czynienia z niezwykle silnie zwakalizowaną plazmą²⁾, w której utrwalacz wywołał deformacje wakuol, a barwnik zaakcentował pozapadane ściany.

Tego rodzaju „pączkujące jądra“ biegunowe wyrodnieją bądź na swych stanowiskach zwykłych, bądź też już w drodze ku nim; znaną one wówczas wyraźny ślad przebytej drogi i pozwalają na zorientowanie się w losach owych „pączków“ (Tabl. III, fig. 1 i 2), które w miarę swej degeneracji tworzą mniejsze lub większe szkliste pęcherzyki, zabarwione zlekka (wskutek chromatolizy) barwnikami jądrowymi.

Nadmienić trzeba, że w plazmie, poprzez którą jądro biegunowe podąża ku swemu partnerowi, leżącemu ponad antypodami, ujawniają się zaburzenia, polegające na zbijaniu się w konglomeraty kropelek tłuszczowych, rozproszonych dotychczas w plazmie prawie równomiernie.

W krańcowych wypadkach takiego chorobliwego „pączkowania“ jąder biegunowych woreczka dochodzić może do tego, że na preparatach, utrwalonych, jak i poprzednio, mocnym płynem Flemminga i barwionych safraniną i zielenią jodową, w plazmie nadantypodalnej spoczywa nieregularnych zarysów resztką, całkowicie karyolizowanego jądra biegunowego górnego w otoczeniu swych „pączków“ (Tabl. IV, fig. 6 w obrębie linii przerywanych), które (p. niżej położone linie przerywane) wraz z niem zupełnie się już nie barwią. Mamy przed sobą grupę szklistych, przezroczystych pęcherzy, przypominających to, co w roku 1912 opisał Tischler w bielmie u *Ficus Carica*, jako „prachtvolle Chromatolyse“³⁾ z tą wszakże różnicą, że u *Haemanthus* nawet i jąderko jądra biegunowego górnego uległo degeneracji, pozostawiając po sobie tylko ślad w postaci delikatnych konturów (Tabl. IV, fig. 6, linia ciągła).

W wypadku, o którym mowa, jądro biegunowe dolne ulega karyocholozie w sensie Tischlera (1922)⁴⁾. Jego jąderko rośnie nadmiernie, karyotyna zaś rozłożona w postaci ziarnistych promieni, biegnących od jąderka ku błonie, barwi się słabo.

1) Cappelletti pisze: „Gruppo di antipode con plasma denso, vacuolizzato (quasi spugnoso)“. L. c., p. 484.

2) Być może, że mamy tu do czynienia ze zwyrodnieniem plazmy, które Küster (1929) zalicza do t. zw. „schaumige Deformation der Protoplasmas“. L. c., p. 146.

3) Tischler, G. L. c., p. 688.

4) L. c., p. 691.

Bardzo charakterystyczną jest również anomalia, polegająca na tem, że w wielu zalążkach ośrodek wyrasta poza obręb obu okryw, co w pewnej mierze przypomina nam stosunki, panujące u *Sympetala*¹⁾. Szczyt zalążka składa się wówczas z pięciowarstwowej okrywy zewnętrznej, szczelnie otaczającej wypiętrzony ośrodek, złożony z jednej lub dwu warstw komórek, przerwanych przez bujający nazewnątrz i mocno nabrzmiały woreczek zalążkowy (Tabl. IV, fig. 8).

W tem nabrzmieniu woreczka spoczywają (poniżej niewielkiej brodawki plazmatycznej) synergidy i jajo, nieco zaś dalej, w szyjko-watem zwężeniu, powstałem na skutek rozrośnięcia się szczytu okrywy

Ryc. 31. Cytoliza komórek bielma w chalazalnym brzegu zalążka *H. Katharinae*.
Obj. Zeissa 8 mm $\times$ okul. proj. Nr. 4. $\times \pm 130$.

wewnętrznej, leży wielkie jądro biegunowe górne. Jajo w woreczkach takich jest niezwykle duże, obficie wypełnione drobnymi kropelkami tłuszczu i dużymi plastydami z ziarnami skrobi. Jądro biegunowe górne ma jedno wielkie, pełne, mocno barwiące się jąderko i karyotynę w postaci drobnutkiej, lecz bardzo gęstej ziarnistej zawiesiny (Tabl. IV, fig. 8). Co do antypod, to plazma ich ma całkowicie strukturę włóknistą, jądra zaś są silnie przerośnięte i hyperchromatyzowane.

Wreszcie w butelkowato przewężonych zalążkach może następować skrzywienie ośrodka tego rodzaju, że szerokie mikropyle,

¹⁾ Schürhoff, P. N. L. c., p. 288—289.

utworzone przez okrywę zewnętrzną, zostaje zakorkowane przez skórkę ośrodka, pod którą leżą jeszcze dodatkowe pokłady komórek (Tabl. IV, fig. 7).

Synergidy spoczywają nieco bliżej zatkanego mikropyle, jajo zaś, leżąc poniżej nich, jest już od mikropyle dość znacznie odsunięte. Wszystkie te elementy wykazują strukturę normalną; antypody natomiast pozbawione są typowego postamentu i prócz struktur ergastoplazmatycznego charakteru wykazują ameboidalne jądra z wyraźną karyolizą ich treści. Z jądra biegunowego górnego w takich woreczkach wcześniej nie pozostaje już ani śladu, a jądro biegunowe dolne, tracąc w znacznym stopniu swą osłonę plazmatyczną, kurczy się,

Ryc. 32. Piankowata degeneracja plazmy syncytium, powstałego przy cytolizie komórek bielma *H. Katharinae*. Obj. Zeissa 8 mm $\times$ okul. proj. Nr. 4. $\times \pm 130$.

wielkie jąderko silnie się wakuolizuje, a karyotyna barwi się słabo, wykazując tendencję do karyocholozu.

Na tem jednak nie kończą się zjawiska patologiczne, z którymi spotykamy się w trakcie rozwoju zalążków u *H. Katharinae*. Albowiem w nasionach, w których zaczęło się już tworzyć bielmo komórkowe, w pokładach komórek, zwróconych ku chalazalnemu brzegowi zalążku, rozgrywają się oryginalne o swoistym charakterze zjawiska. Polegają zaś one na zaniku granic poszczególnych terenów komórkowych i tworzeniu wielojądrowych mas plazmatycznych, atakujących elementy sąsiednie i niweczających ich dotychczas terenową samodzielność (Ryc. 31).

Przy takiej cytolizie bielma w komórkach, które ulegają niweczeniu, plazma (przy stosowaniu metody Regaud do utrwalania) okazuje wyraźną degenerację piankową (Ryc. 32), poprzedzoną przez zanik skrobi i plastidomu (ew. chondriomu).

Jądra, przenoszone z komórki do komórki, kopulują po 2, 3 lub więcej, tworząc niekiedy utwory o bardzo nieregularnej postaci. Cza-

Ryc. 33. Pączkujące jądro w wyrodniałych komórkach bielma *H. Katharinae*.
Obj. Zeissa 8 mm $\times$ okul. proj. Nr. 2. $\times \pm 350$.

sami jądra atakowanych komórek „pączkują” w taki sam sposób (Ryc. 33), jak jądra biegunowe z tą może różnicą, że jąderko ginie bardzo wcześnie, a karyotyna, rozpuszczając się gwałtownie w soku jądrowym, zalewa równomiernie teren jądra i maskuje szczegóły jego struktury.

Z Zakładu Botaniki Ogólnej Uniwersytetu Warszawskiego.

Objaśnienia tablic.

Tablica III.

Fig. 1 i 2. Dwa następujące po sobie skrawki centralnych okolic woreczka zalążkowego *H. Katharinae*. Na fig. 1 widać z lewej strony w obrębie linii kropkowanych (*J'*) szereg „pączków” opuszczającego się ku antypodowi jądra biegunowego górnego, którego resztki wraz z zwakuolizowanym jąderkiem tkwią na skrawku następnym (fig. 2). W tej samej płaszczyźnie widać pęcherzykową resztkę zwyrodniałego jądra biegunowego dolnego (fig. 2 — *J''*).

Obj. Reicherta Nr. 3 f $\times$ okul. Leitza Nr. 12. $\times \pm 120$.

Fig. 3. Antypodalny brzeg woreczka zalążkowego u *H. Katharinae*. Ponad antypodą widać jądro biegunowe dolne z olbrzymią wakuolą w jąderku i aureolą „pączków”. Linja kropkowana wskazuje na miejsce pączkowania.

Obj. Reicherta Nr. 6 f $\times$ okul. Leitza Nr. 8. $\times \pm 350$.

Fig. 4. Antypoda ze zwichrzoną strukturą ergastoplazmatyczną. Obj. Reicherta Nr. 6 f $\times$ okul. Leitza Nr. 8. $\times \pm 350$.

Tablica IV.

Fig. 5. Dwie antypody z lamelarną „ergastoplasma“.

Obj. Reicherta. Nr. 6 f $\times$ okul. Leitz Nr. 8. $\times \pm 350$.

Fig. 6. Antypodalny brzeg woreczka zalążkowego u *H. Katharinae*. Na zwyrodniałem postamencie leżą dwie nieco skurczone przy utrwalaniu antypody. Nad nimi degenerujące skutkiem karyocholozji jądro biegunowe dolne (J''); powyżej — resztki jądra biegunowego górnego (J') w postaci jednego pęcherza większego o falistym brzegu i kilku mniejszych. Jąderko (J^0) tego jądra również w postaci śladów.

Obj. Reicherta Nr. 6 f $\times$ okul. Leitz Nr. 8. $\times \pm 350$.

Fig. 7. Szczyt zalążka *H. Katharinae* ze skrzywionym ośrodkiem. O^z — okrywa zewnętrzna. O^w — okrywa wewnętrzna. O^s — ośrodek skrzywiony w ten sposób, że jajo leży w miejscu, wskazanem przez linię przerywaną $K. J.$

Obj. Reicherta Nr. 6 f $\times$ okul. Leitz Nr. 5. $\times \pm 220$.

Fig. 8. Szczyt zalążka *H. Katharinae* z bujającym woreczkiem zalążkowym. O^z — okrywa zewnętrzna. O^w — okrywa wewnętrzna. O^s — ośrodek zalążka. W^z — woreczek zalążkowy, wysuwający się swobodnie z ośrodka. Na skrawku mglisty aparat jajowy i bardzo wyraźne jądro biegunowe górne.

Obj. Reicherta Nr. 6 f $\times$ okul. Leitz Nr. 5 $\times \pm 220$.

Spis literatury.

- Bonnet, J. 1912. Archiv für Zellforschung. T. 7.
 Capelletti, C. 1927. Nuovo Giornale Botanico Italiano. V. 34.
 Chouard, P. 1926. Ann. d. Sc. Nat. Ser. X, T. VIII, Nr. 3—6.
 Engler, A. u. Prantl, K. 1889. Die natürlichen Pflanzenfamilien.
 Goebel, K. 1901. Organographie der Pflanzen. Jena.
 Goldstein, B. 1928. Bot. Gaz. T. 86. Nr. 4.
 Hildebrand, Fr. 1900. Ber. d. D. bot. Ges., Bd. 18.
 Klebs, G. 1885. Untersuch. aus d. Bot. Institut. zu Tübingen. Bd. I, H. 4.
 Küster, E. 1929. Pathologie d. Pflanzenzelle. T. I. Berlin.
 Mottier, D. M. 1918. Ann. of Botany. V. 32, Nr. 125.
 Němec, B. 1910. Das Problem der Befruchtungsvorgänge. Berlin.
 Netolitzky, F. 1926. Anatomie der Angiospermensamen. Handb. d. Pflanat.
 v. K. Linsbauer. Berlin.
 Robyns, W. 1928. La Cellule. T. 38.
 Schlimbach, H. 1924. Flora, Bd. 117.
 Schürhoff, P. N. 1926. Die Zytologie der Blütenpflanzen. Stuttgart.
 Souège, R. 1910. Bull. Soc. Bot. France, T. 57.
 Stenar, A. 1925. Embryologische Studien. I, II. Upsala.
 Tischler, G. 1922. Allgemeine Pflanzenkaryologie. Handbuch d. Pflanat.
 v. L. Linsbauer. Berlin.
 Velenovský, J. 1910. Vergleichende Morphologie d. Pflanzen. T. III.

Zusammenfassung.

Im ersten Teile dieser Arbeit berichtet der Verfasser über die Art und Weise der Entstehung des Embryos, sowie des Endosperms,

welches zuerst nukleären und dann zellulären Charakter hat. Die Kerne in dem nukleären Endosperm besitzen vielartige Umriss und Grösse (Fig. 18), auch zeigen sie verschiedene Kopulationsmomente (Fig. 19), welche solche Anaphasen wie in Fig. 20, ganz genügend erklären.

Sechs bis 8 Wochen nach der Blüte, gibt es schon in den Embryosäcken gut entwickeltes, massives Endospermgewebe, in welchem die einerseits zwischen Nucellus, Integumenten und Endosperm, andererseits — zwischen Endosperm und Embryo herrschende „determinierende Korrelation“ (Küster) über Lage und Grösse der Stärkekörner entscheidet (Fig. 21). Weiter weist Verfasser nach, dass bei vollentwickeltem Embryo von *Haemanthus* — entgegen den Angaben Chouard's, betreffend die von ihm festgestellten Typen — eine scharf ausgeprägte Kotyledonarscheide (Fig. 22 und Photo 23), wie bei Monocotyledonen üblich, auftritt.

Die Beeren von *H. Katharinae*, wie bei *H. tigrinus*, besitzen 3, öfter 2 oder nur einen einzigen Samen. In einigen Fällen keimen alle Früchte sofort nach der Reife, wenn die Beeren noch am Stiele sitzen, manchmal keimt nur ein Teil von ihnen, während der andere Teil — übereinstimmend mit den Beobachtungen Hildebrand's — erst gewisse Zeit nach dem Abfallen zur Keimung gelangt. Es muss hinzugefügt werden, dass immer das innere, wie auch das äussere Integument ganz gleichmässig entwickelt sind und in den keimenden Samen als zwei feine aus 4—5 leeren zusammengepressten Zellenreihen bestehenden Häutchen (Fig. 24) nachgewiesen werden konnten. Daher kann man annehmen, dass die Beobachtung Schlimbach's betreffs Verschwinden des inneren Integuments auf einem Missverständnis beruhen dürfte.

Die Früchte, in welchen die Samen vivipar¹⁾ an den Stielen keimen (Fig. 27), verändern ihre Gestalt solcher Art, dass man daran die in ihrem Innern sich abspielenden Prozesse erkennen kann (Fig. 26 A u. B). Wie Fig. 28 zeigt, beschränken sich die vivipar keimenden Samen in einigen Fällen auf ein ganz kleines Hypokotyl, in anderen Fällen aber bilden sie auch die mehr oder weniger langen Wurzeln, welche in extremen Fällen einige Windungen machen. Hilde-

¹⁾ Nach Goebel (1911, p. 459) sind: „...unter Viviparie nur solche Fälle zu verstehen, ...bei denen der Embryo ohne eine Ruheperiode durchzumachen, schon solange die Frucht noch an der Mutterpflanze ist, keimt“; Velenowský (1910, p. 1099) fügt hinzu: „die vivipare Keimung ist eine konstante und erbliche Eigenschaft“. Hieraus ergibt sich, dass wir zwischen (angeborener) obligater und (zufälliger) fakultativer Viviparie unterscheiden müssen.

brand hatte eine solche Erscheinung bei *H. tigrinus* nur einmal beobachtet und erklärte sie dadurch, dass „...die Fruchtwand beim Abreissen vom Stiel der Beere etwas verletzt worden war, was sich nach Eintrocknung der letzteren nicht mehr feststellen liess“. Bei *H. Katharinae* ist die Viviparie nicht durch die Verletzung der Früchte bedingt, weshalb die Vermutung Hildebrand's, dass zur Keimung der Samen von *Haemanthus* unbedingt der unmittelbare Luftzutritt nötig sei, zum mindesten weiterer Beobachtung bedarf.

Wie aus Fig. 27 zu ersehen ist, geben bei *H. Katharinae* von den sehr zahlreichen Blüten des Blütenstandes nur wenige Fruchtknoten Früchte und was noch wichtiger, es entwickeln sich nicht alle Samenanlagen normal, sogar dann nicht, wenn der Embryosack typisch ausgebildet ist und man in der Mikropyle die Anwesenheit des Pollenschlauches feststellen kann.

Eine der häufigsten Anomalien, die während der pathologischen Entwicklung der Samenanlage bei *Haemanthus* angetroffen wird, ist eine Umgestaltung des Nucellus derart, dass er die Form einer Flasche (Fig. 29) annimmt. Zugleich mit dem Nucellus fällt auch das innere Integument zusammen, das äussere dagegen behält seine Konfiguration bei. Es steht stark ab und bedeckt den Ausgang, durch welchen sich der Gipfel des Nucellus hinausschiebt. Dieser Gipfel ist nur mit Epidermis bedeckt, worunter aber, unmittelbar unter der breiten Mikropyle, ein normal ausgebildetes Ei und zwei Synergiden ruhen. Die Kerne der letzteren sind klein und auf dem Zellengrunde angesetzt; das Plasma unterhalb des vorzüglich ausgebildeten Fadenapparates hat einen strukturlosen glasigen Charakter und färbt sich stark mit Kernfarbstoffen. Unter der halsförmigen Verengung der Samenanlage, in ihrem bauchigen Teile, liegen im Embryosack auf dem degenerierten Postament, stark verflachte Antipoden. Ihr vakuolisiertes Plasma ist körnig und nur hier und da treten in ihr lamellare ergastoplasmatische Strukturen auf.

Auf den Antipoden, in der pyramidalen Anhäufung des dichten feinkörnigen Protoplasmas, liegt der untere Polkern von unregelmässigen, stark welligen Umrissen. Sein Nukleolus ist gross, voll und einheitlich stark gefärbt. Das Karyotin hat den Charakter winziger unregelmässiger Körnchen, durch feine Brückchen verbunden. Diese Körnchen bedecken die gefaltete Kernmembran und bilden Ströme, die von der Membran zu dem im Kernzentrum gelegenen Nukleolus hinziehen. Unter dem Gipfel des plasmatischen Kegels sieht man (Fig. 29) den zweiten Polkern, der sich an dieser Stelle nur noch in Gestalt von unregelmässigen Bläschen befand, die auf der inneren

Membranseite mit zerstreuten Karyotinkörnchen besetzt sind; das ist also eine typische Karyorhexis (nach Bonnet), welcher der Zerfall des Kernes vorausgegangen ist. Letztere Erscheinung erinnert daran, was Bessie Goldstein (1928) unter dem Namen „budding nuclei“ für Kerne beschreibt, die in den meristematischen Zellen „of mottled lily leaf“ auftreten. In einigen Fällen hat die zweifellos krankhafte „Knospung“ der Polkerne einen ungewöhnlich eigenartigen Charakter (Fig. 30 u. Photo 3, Taf. III). Man sieht nämlich dann rings um den Kern (wie im gegebenen Falle des unteren Polkernes) eine ganze Aureole, bestehend aus kleineren und grösseren, mehr oder weniger regelmässigen Gebilden, deren Inneres farblos ist und deren Membranen mit verstreuten winzigen Karyotinkörnchen von innen bedeckt sind. Auf Photo 3, Taf. III, auf der mit einer unterbrochenen Linie bezeichneten Stelle, sieht man sogar einen zugespitzten Kernsprössling mit einer Knospe versehen, die aber in einer anderen Fläche liegt und deshalb unklar ist.

In diesen Embryosäcken, in denen die erwähnte Erscheinung in ihrer ganzen Deutlichkeit auftrat, wiesen auch schon die Antipoden stark anormale Eigenschaften auf, denn ihr ganzes Plasma besass lamelläre Struktur. Manchmal sind die „ergastoplasmatischen“ Lamellen sehr regelmässig gelagert, also parallel zur Kernoberfläche und Zelle (Photo 5, Taf. IV); manchmal jedoch scheint es, als ob sie unregelmässige, zerzauste Flechten darstellen (Photo 4, Taf. III). Im letzten Falle, welcher sehr an die von Capelletti (1927) angegebene Beschreibung der Antipoden bei *Delphinium formosum* erinnert, lässt sich mit voller Sicherheit behaupten, dass wir es auf den Präparaten mit einem ungewöhnlich stark vakuolisierten Plasma zu tun haben, in welchem das Fixierungsmittel eine Deformation der Vakuolen hervorgerufen hat und das Färbungsmittel die eingesunkenen Wände hervortreten liess.

Derartige „knospende“ Polkerne degenerieren entweder in ihrer gewöhnlichen Stellung oder auch auf dem Wege zu ihr. Dann bezeichnen sie deutlich die Spur des zurückgelegten Weges und gestatten die Orientierung über das Schicksal jener „Knospen“ (Photo 1 u. 2, Taf. III), welche je nach ihrem Degenerationszustand kleinere oder grössere glasige Bläschen bilden, die infolge der Chromatolyse gleichmässig mit Kernfarbstoffen gefärbt sind.

Es muss hervorgehoben werden, dass sich im Plasma, in welchem der Polkern sich zu seinem über den Antipoden liegenden Partner begibt, Strukturveränderungen zeigen, die auf die Zusammenballung der bisher im Plasma fast gleichmässig verteilten Fettröpf-

chen beruhen. In äussersten Fällen einer so krankhaften „Knospung“ der Kopulationskerne des Embryosackes, kann man dazu kommen, dass im oberantipodalen Plasma der Rest des vollkommen karyolysierten oberen Polkernes von unregelmässigen Umrissen liegt, der von seinen „Knospen“, welche sich, zugleich mit ihm, gar nicht mehr färben, umgeben ist. Wir haben es mit einer Gruppe glasiger, durchsichtiger Bläschen zu tun (Photo 6, Taf. IV), die daran erinnern, was im Jahre 1912 Tischler im Endosperm bei *Ficus Carica* als eine „prachtvolle Chromatolyse“ beschrieb, jedoch mit dem Unterschied, dass bei *Haemanthus* sogar der Nukleolus des oberen Polkernes der Degeneration erlag, indem er nur die Spuren seiner Konturen hinterliess. Der untere Polkern erliegt der Karyocholose im Sinne Tischler's (1922): sein Nucleolus wächst übermässig an, das Karyotin aber ist in Form körniger, schwach sich färbender Strahlen ausgebreitet, die vom Nukleolus zur Membran verlaufen.

Sehr charakteristisch ist auch eine Anomalie, die darauf beruht, dass in vielen Samenanlagen der Nucellus über die Grenzen beider Integumente hinauswächst, was in gewissem Masse an die bei *Sympetalae* herrschenden Verhältnisse erinnert. Der Gipfel der Samenanlage besteht dann aus einem fünfschichtigen äusseren Integument, welches den hervorstehenden Nucellus dicht umschliesst. Der Scheitel dieses Nucellus, welcher aus einer oder zwei Zellenschichten besteht, wird von dem nach aussen drängenden und stark geschwellenen Embryosack durchbrochen (Photo 8, Taf. IV). In der Erweiterung des Embryosackes ruhen (unterhalb der kleinen Warze) die Synergiden und das Ei; etwas weiter, in der halsförmigen Verengung, die infolge Auswachsens des Gipfels des inneren Integumentes entstanden ist, liegt der grosse obere Polkern. Das Ei in solchen Embryosäcken ist ungewöhnlich gross, reichlich mit winzigen Fetttropfen und grossen Plastiden versehen und mit Stärkekörnern angefüllt. Der obere Polkern hat einen grossen, vollen, sich stark färbenden Nucleolus und Karyotin in Gestalt einer feinen aber sehr dichtkörnigen Masse (Photo 8, Taf. IV).

Was die Antipoden betrifft, so hat ihr Plasma eine vollkommen faserige Struktur, die hyperchromatischen Kerne sind stark ausge wachsen.

Endlich kann in den flaschenförmigen Samenanlagen eine Krümmung der Nucellus derart eintreten, dass die breite Mikropyle durch die Epidermis des Nucellus, unter dem noch ein oder zwei Zellenschichten waren, verstopft ist (Photo 7, Taf. IV). Die Synergiden ruhen etwas näher der verstopften Mikropyle; das Ei, welches unter

ihnen liegt, ist schon ziemlich weit von der Mikropyle abgerückt. Alle diese Elemente weisen eine normale Struktur auf; die Antipoden dagegen, die ihr typisches Postament entbehren, zeigen ausser ihrer ergastoplastischen Struktur auch amoeboide Kerne mit deutlich karyolysiertem Inhalt. Von dem oberen Polkern bleibt in solchen Embryosäcken bald keine Spur mehr übrig; der untere Polkern, in hohem Grade seine plasmatische Hülle verlierend, schrumpft ein; sein grosser Nucleolus vakuolisiert sich stark und das Karyotin färbt sich schwach, Tendenz zur Karyocholose zeigend ¹⁾.

Darauf beschränken sich aber noch nicht die pathologischen Erscheinungen, die wir während der Entwicklung der Samenanlage bei *H. Katharinae* antreffen. Denn in den Samen, in welchen sich schon das zellige Endosperm zu bilden begann, spielen sich in den Zellenlagen, die nach dem chazalen Ende der Samenanlage gerichtet sind, eigenartige Erscheinungen ab. Sie beruhen auf dem Verschwinden der Grenzen einzelner Zellenterrains und der Bildung vielkerniger plasmatischer Massen, welche die benachbarten Elemente angreifen und ihre bisherige Selbständigkeit des Gebietes vernichten (Photo 31).

Bei solcher Cytolyse des Endosperms in Zellen, die der Vernichtung erliegen, zeigt das Plasma (bei Anwendung der Regaud-Fixierungsmethode) deutlich eine schaumige Degeneration (Photo 32), der das Verschwinden von Stärke und Plastidom (ev. Chondriom) vorausgegangen ist.

Die von Zelle zu Zelle übertragenen Kerne kopulieren zu je 2, 3 oder mehr, nicht selten Gebilde von sehr unregelmässiger Gestalt schaffend. Manchmal „knospen“ die Kerne der angegriffenen Zellen ebenso (Photo 33) wie die Polkerne, mit dem Unterschiede vielleicht, dass der Nukleolus sehr früh verschwindet und das Karyotin, welches sich gewaltsam im Kernsaft auflöst, das Kernterrain gleichmässig überschwemmt und die Einzelheiten seiner Struktur verdeckt.

Institut für Allgemeine Botanik der Universität Warschau.

¹⁾ Zum Fixieren benutzte ich starke Flemmingsche Lösung (siehe p. 96).

1

3

2

4

5

6

7

8