Studia cyto-embriologiczne nad gatunkiem *Crambe abyssinica* Hoch.

Cyto-embryological studies in species Crambe abyssinica Hoch.

K. BIJOK

WSTĘP

Badania cytologiczne nad *Crambe abyssinica* Hoch. podjąłem z uwagi na to, że gatunek ten jest mało opracowany i był badany w jednym przypadku przez Manton (1932) na materiale pochodzenia abisyńskiego. Studia cytologiczne nad gatunkami z rodzaju *Crambe*, a mianowicie nad *C. abyssinica*, *C. cordifolia*, *C. filiformis*, *C. fruticosa*, *C. grandifolia*, *C. hispanica*, *C. maritima*, *C. orientalis* i *C. tatarica* były przeprowadzone przez Jaretsky'ego (1932), Manton (1932) i Lillardiera i Doulata (1942).

MATERIAŁ I METODY

Materiał *C. abyssinica* w postaci młodych i starszych pączków kwiatowych, kwiatów i łuszczyń o różnym stopniu rozwoju oraz nasion został zebrany w 1957 r. z poletka doświadczalnego Zakładu Botaniki Wyższej Szkoły Rolniczej w Olsztynie. Nasiona sprowadzono w 1957 r. z Zakładu Badawczego Instytutu Uprawy Nawożenia i Gleboznawstwa w Baborówku pow. Szamotuły oraz za pośrednictwem tegoż Zakładu z Ogrodu Botanicznego w Moskwie i ze Szwecji.

Materiał utrwalano w terenie. Zanurzano go na okres trzech minut w mieszaninie alkoholu 95% z kwasem octowym lodowatym (3:1), a następnie przenoszono do utrwalacza Nawaszyna. Korzonki wykiełkowanych na bibule nasion były również utrwalone w utrwalaczu Nawaszyna.

Materiał zatopiony w parafinie 52°, pokrajany na skrawki o grubości dziesięć mikronów, barwiony był fioletem gencjanowym i różnico-

wany roztworem fenolu w ksylene (1 : 3). Rysunki wykonano aparatem Zeissa spod mikroskopu Lumipan przy użyciu obiektywów 100 $\times$, 20 $\times$ i 10 $\times$ w połączeniu z okulem K 20 $\times$ i 10 $\times$. Powiększenia rysunków podane są przy odnośnych figurach.

LICZBA CHROMOSOMÓW I ICH MORFOLOGIA

Liczbę chromosomów badałem w metafazach somatycznych merystemów stożków wzrostu korzeni oraz w diakinezie, metafazie I i anafazie II podziału mejoetycznego komórek macierzystych pyłku. W wyniku badań potwierdziłem liczbę $2n=90$ chromosomów (fig. 1) ustaloną po-

Fig. 1. Metafaza somatyczna *Crambe abyssinica* Hoch.

Somatic metaphase of *Crambe abyssinica* Hoch. ($\times 2500$)

przednio dla tego gatunku przez Manton (1932), prócz tego stwierdziłem, że liczba haploidalna dla tego gatunku wynosi $n=45$ chromosomów.

Morfologicznie chromosomy *C. abyssinica* są zróżnicowane na równoramienne i nierównoramienne. Najdłuższe chromosomy w zespole mają długość około 2,2 mikrona, a najkrótsze około 0,5 mikrona. Po-

Fig. 2. Jądro metaboliczne z chromocentrami *Crambe abyssinica* Hoch.

Chromocentres in the metabolic nuclei of *Crambe abyssinica* Hoch. ($\times 2500$)

średnie pomiędzy nimi chromosomy mają długość w granicach około 1,0 do 2,0 mikronów. W obrębie zespołu chromosomowego występują chromosomy równoramienne w liczbie 58 i chromosomy nierównoramienne w liczbie 32.

JĄDRA METABOLICZNE

U *C. abyssinica* zaobserwowałem charakterystyczne struktury w jądrach metabolicznych. Występują w nich dość łatwo barwiące się chromocentry w liczbie około 90 (fig. 2). Wielkość ich ulega pewnemu róż-

nicowaniu, kształt natomiast jest mniej lub więcej kulisty. 50 chromocentrów ma średnicę około 1 mikrona, natomiast 40 chromocentrów ma średnicę około 0,5 mikrona.

Obserwacje nad rozwojem pylników

Topografia pylnika

Na przekroju poprzecznym pylniki *C. abyssinica* w młodym stadium rozwoju mają cztery komórki, w których ściśle do siebie przylegają komórki macierzyste pyłku. W tym stadium w ścianie pylnika można wyróżnić cztery warstwy: skórkę, warstwę włóknistą, warstwę zanikającą i najbardziej wewnętrzną warstwę tapetum.

Tapetum

Warstwa tapetum u *C. abyssinica* wyróżnia się w stadiach premejo-tycznych. W tym okresie komórki archesporu są wieloboczne i tworzą zwartą tkankę, a same komórki tapetum są kształtu kwadratowego, prawie jednakowej wielkości, jednojądrowe i wypełnione cytoplazmą

Fig. 3—7. Podziały komórek tkanki tapetowej w pylnikach *Crambe abyssinica* Hoch.

3, 4 — jednojądrowe diploidalne komórki tapetum; 5 — metafaza; 6 — anafaza; 7 — komórki tapetum po mitozie z dwoma diploidalnymi jądrami

Cell divisions of tapetal tissue in anthers of *Crambe abyssinica* Hoch. 3, 4 — mononuclear diploid tapetal cells; 5 — metaphase; 6 — anaphase; 7 — tapetal cells after mitosis with two diploid nuclei ($\times 900$)

(fig. 3, 4). Jądra tych komórek silnie się barwią. W stadium premejo-tycznym nie obserwowałem podziału jąder w komórkach tapetum. We wszystkich komórkach tapetum *C. abyssinica* w czasie mejozy w komór-kach macierzystych pyłku zachodzi jeden podział mitotyczny z zahamo-waniem cytokinezy. W stadium zygotenu komórek macierzystych pyłku obserwowałem jądra komórek tapetum w różnych stadiach podziału mi-

totycznego (fig. 5, 6). Liczby chromosomów w jądrach komórek tapetum nie mogłem zidentyfikować z uwagi na to, że były zawsze silnie zbite. Począwszy od stadium pachytenu w jądrach komórek macierzystych pyłku, komórki tapetum są dwujądrowe (fig. 7). Jądra komórek tapetum nie zlewają się. Sądząc po wielkości jąder nie zachodzi w nich zwiększenie ilości chromosomów na drodze zahamowania mitozy czy endomitozy, jak to wykazują prace Witkus (1945), Mechelke (1952), Carniel (1952, 1954), Skalińskiej (1958), Trela (1958), Turała (1958) i Bijoka (1960).

Na skutek wzrostu pylnika komórki tapetum wydłużają się i przybierają kształt walcowaty (fig. 5, 6, 7). W cytoplazmie dwujądrowych komórek tapetum pojawia się początkowo kilka mniejszych, a później jedna duża wodniczka (fig. 7). W czasie dojrzewania ziarn pyłku daje się zauważyć postępujący proces degeneracji warstwy tapetum. W komórkach tapetum w tym czasie jądra barwią się słabo, i tracą swe wyraźne poprzednio kształty. W późniejszym stadium zanikają również i błony komórek i tapetum degeneruje in situ.

Mejoza

W komórkach pylnikowych *C. abyssinica* komórki macierzyste pyłku występują zawsze w tym samym stadium. Komórki macierzyste pyłku bardzo łatwo odróżnić od sąsiadujących komórek tapetum. Początkowo przylegają one ściśle do siebie, w miarę jednak wzrostu pylnika na długość zaokrąglają się, co uwidacznia się w pojawieniu się między nimi przestworów międzykomórkowych; w stadium diakinezy widoczne są jako pojedyncze komórki luźno leżące w komorach pylnikowych. Badanie mejozy rozpocząłem od stadium diakinezy. W stadium tym da się wyróżnić wyraźnie czterdzieści pięć par chromosomów (fig. 8).

W metafazie I podziału mejotycznego podobnie jak w diakinezie wyróżniłem czterdzieści pięć par chromosomów. Płytki chromosomowe leżą w środku lub są zepchnięte w stronę obwodu komórki macierzystej pyłku. Chromosomy w płycie metafazowej tworzą zawsze jedno zgrupowanie (fig. 9).

W anafazie I podziału mejotycznego rozchodzenie się chromosomów na bieguny jest zsynchronizowane (fig. 10).

W stadium metafazy II podziału mejotycznego oba wrzeciona i obie płytki układają się prostopadle względnie równolegle do siebie (fig. 11).

W anafazie II podziału mejotycznego podobnie jak w anafazie I podziału mejotycznego rozchodzenie się chromosomów jest również zsynchronizowane.

W telofazie II podziału mejotycznego każda komórka macierzysta pyłku ma po cztery jądra. Pomiedzy jądrami widocznych jest sześć wy-

rażnych fragmoplastów (fig. 12, 13). Wykształcenie się tetrad mikrospor zachodzi według podziału równoczesnego, uważanego za charakterystyczny dla dwuliściennych (Faar 1918, Tahara 1915, 1921, Schürhoff 1921, Castetter 1925).

Fig. 8—21. Rozwój pyłku *Crambe abyssinica* Hoch.

8 — diakineza; 9 — metafaza I; 10 — anafaza I; 11 — metafaza II; 12 — telofaza II; 13, 14 — tworzenie się tetrad; 15 — pierwotne ziarno pyłku; 16 — jądro ziarna pyłku w stadium metafazy; 17 — jądro ziarna pyłku w stadium anafazy; 18 — ziarno pyłku z jądrem wegetatywnym i generatywnym; 19 — jądro generatywne ziarna pyłku w stadium metafazy; 20 — jądro generatywne ziarna pyłku w stadium anafazy; 21 — dojrzały pyłek z jądrem wegetatywnym i dwoma jądrami plemnikowymi

Development of pollen in *Crambe abyssinica* Hoch. 8 — diakinesis; 9 — metaphase I; 10 — anaphase I; 11 — metaphase II; 12 — telophase II; 13, 14 — formation of tetrad; 15 — original pollen grain; 16 — nucleus of the pollen grain in metaphase stage; 17 — nucleus of the pollen grain in anaphase stage; 18 — pollen grain with vegetative and generative nucleus; 19 — generative nucleus of pollen grain in metaphase stage; 20 — generative nucleus of pollen grain in anaphase stage; 21 — ripe pollen with vegetative nucleus and two sperm nuclei ($\times 1500$)

Dalszy rozwój ziarn pyłku

Pierwotne ziarna pyłku bezpośrednio po uwolnieniu z błony komórki macierzystej pyłku otoczone są tylko pojedynczą błoną. W dalszym ich rozwoju wykształca się egzyzna. Egzyzna w dojrzałych ziarnach pyłku jest dość gruba o strukturze wzgórkowatej i ma trzy zagłębienia sięgające aż do intyny (fig. 15—21).

W młodych ziarnach pyłku widoczne jest jądro o luźnej strukturze, słabo barwiące się, zepchnięte na błonę komórkową przez dość dużą, centralnie umieszczoną wodniczkę (fig. 15). W starszym stadium rozwoju ziarn pyłku obserwowałem jądra w różnych stadiach podziału mitotycznego, a mianowicie w stadium metafazy i końcowej anafazy (fig. 16, 17). W wyniku podziału jądra w ziarnie pyłku powstają dwa jądra: mniejsze — generatywne i większe — wegetatywne. Z przeprowadzonych obserwacji zdawałoby się, że w badanym materiale jądro generatywne pozbawione jest odrębnej cytoplazmy i że leży w cytoplazmie komórki wegetatywnej (fig. 18). W starszych ziarnach pyłku stwierdziłem podział jądra generatywnego na dwa jądra plemnikowe (fig. 19, 20). Chromosomy w podziałach jądra ziarn pyłku jak i w czasie podziału jądra generatywnego na dwa jądra plemnikowe są silnie zbite, tak że trudno je policzyć. Dojrzałe ziarna pyłku mają jądro wegetatywne i dwa jądra plemnikowe (fig. 21). Jądro wegetatywne jest duże, kształtu kulistego, słabo barwiące się i o luźnej strukturze. Jądra plemnikowe są kształtu więcej wydłużonego i mają strukturę więcej zbitą.

Wielkość ziarn pyłku u *C. abyssinica* wynosi około dwudziestu mikronów.

Obserwacje nad rozwojem zalążka

Topografia zalążka

Zalążek *C. abyssinica* jest odwrócony, cienkoosrodkowy o podwójnym integumencie. Ośrodek wzdłuż woreczka zalążkowego tworzy jedną warstwę komórek, która stanowi jego skórę. W młodych zalążkach ośrodek jest owalny i otoczony przez integumenty. Komórki skórki ośrodka w młodszym zalążku są izodiametryczne, bogate w treść cytoplazmatyczną i mają duże jądro z wyraźnie barwiącym się jąderkiem. Głębsze komórki skórki ośrodka przylegające do chalazy jeszcze w młodym stadium rozwoju zalążka upodabniają się do komórek chalazy. W stadium ośmioletniego woreczka zalążkowego, komórki skórki ośrodka zaczynają degenerować. Całkowita degeneracja skórki ośrodka następuje w okresie organizacji woreczka zalążkowego.

W czasie rozwoju woreczka zalążkowego ulegają silnym zmianom wzajemne proporcje między zalążkiem a znajdującym się wewnątrz niego woreczkiem zalążkowym. Czterojądrowy woreczek zalążkowy stanowi w przybliżeniu czwartą część długości zalążka, a dojrzały woreczek zalążkowy zajmuje około połowy zalążka.

Archospor

Archospor *C. abyssinica*, podobnie jak to obserwowali u licznych roślin z rodziny *Cruciferae* (Vesque 1879, Guignard 1882, Riddle 1898, Vandendries 1909, 1912, Schwarzenbach 1922, Bannier 1923), jest wielokomórkowy (fig. 22). Komórki archosporu rozrastają się w kierunku dłuższej osi ośrodkowej.

Rozwój woreczka zalążkowego

Komórki archosporu *C. abyssinica* są kształtu wydłużonego o dużych jądrach i przylegają ściśle do siebie (fig. 22). Komórki archosporu przekształcają się wprost w komórki macierzyste makrospor bez oddzielenia komórek przykrywkowych. Podziały mejoetyczne zachodzą tylko w jednej komórce leżącej w środku komórek macierzystych makrospor, najbliższej okienka (fig. 23), reszta natomiast w czasie rozwoju woreczka zalążkowego ulega zepchnięciu na boki, gdzie zanikają i degenerują (fig. 22—28).

Komórka macierzysta makrospory, w której zachodzą podziały mejoetyczne, początkowo silnie się wydłuża, a po podziałach mejoetycznych powstają z niej cztery makrospory — tetrada (fig. 23—25). W dalszym rozwoju zanikają trzy makrospory od strony okienka, a czwarta makrospora leżąca od strony chalazy rozwija się w woreczek zalążkowy (fig. 25—29). Makrospora, która staje się komórką macierzystą woreczka zalążkowego, silnie się wydłuża. Treść jej stanowi ziarnista cytoplazma, w której występuje duże, jasne jądro z dużym wyraźnie się barwiącym jąderkiem (fig. 25). *C. abyssinica* ma więc woreczek zalążkowy typu jednozarodnikowego.

W dalszym stadium rozwoju zalążka obserwowałem woreczki zalążkowe dwu-, cztero- i ośmiojądrowe (fig. 26—28). W woreczku dwu- i czterojądrowym pomiędzy jądrami od strony okienka a jądrami od strony chalazy zaobserwowałem wyraźnie wykształconą wodniczkę (fig. 26—27). W woreczku czterojądrowym od strony okienka widoczne są jeszcze zdegenerowane makrospory w postaci ciemno zabarwionej masy (fig. 27).

Obserwacje, jakie przeprowadzili Vandendries (1909, 1912) i Schwarzenbach (1922) u roślin z rodziny *Cruciferae* wykazują,

Fig. 22—28. Rozwój woreczka zalążkowego *Crambe abyssinica* Hoch.

22 — archespor wielokomórkowy; 23 — diakineza; 24 — późna telofaza I; 25 — tetrada; 26 — dwujądrowy woreczek zalążkowy; 27 — czterojądrowy woreczek zalążkowy; 28 — ośmiojądrowy woreczek zalążkowy

Development of embryo sac of *Crambe abyssinica* Hoch. 22 — multicellular archespor; 23 — diakinesis; 24 — late telophase I; 25 — tetrad; 26 — binucleate embryo sac; 27 — four-nucleate embryo sac; 28 — eight-nucleate embryo sac ($\times 500$)

że wszystkie komórki macierzyste makrospor mogą przechodzić podziały meiotyczne. Skutkiem tego u tych roślin wykształca się więcej tetrad, a w dalszym ich rozwoju większa ilość woreczków zalążkowych. U *C. abyssinica* w zalążku stwierdziłem zawsze wykształcanie tylko jednego woreczka zalążkowego.

Fig. 29—32. Woreczek zalążkowy *Crambe abyssinica* Hoch.

29 — gotowy woreczek zalążkowy; 30 — mikropylarna część woreczka zalążkowego z aparatem jajowym i wtórnym jądrem woreczka zalążkowego; 31 — wdrażona do woreczka zalążkowego łagiewka wraz z dwoma jądrami plemnikowymi; 32 — woreczek zalążkowy z zygotą jajową, degenerującą drugą synergidą i czterema jądrami bielma po podziale zygoty bielmowej

Embryo sac of *Crambe abyssinica* Hoch. 29 — ready embryo sac; 30 — micropylar part of embryo sac with egg apparatus and secondary embryo sac nucleus; 31 — pollen tube with two sperm nuclei penetrating into the embryo sac; 32 — embryo sac with egg zygote, degenerating second synergid and four nuclei after the division of endospermal zygote ($\times 500$)

Wysztalczony woreczek zalążkowy ma typowy aparat jajowy, składający się z dwóch synergid i jednej komórki jajowej, dużego wtórnego jądra woreczka zalążkowego oraz antypod w postaci trzech komórek (fig. 29).

Komórka jajowa sięga rozszerzoną częścią do światła woreczka zalążkowego. Cytoplazma jej jest ziarnista, a poza tym da się w niej zaobserwować dużą wodniczkę nad jądrem od strony okienka. Jądro komórki jajowej jest duże o bardzo luźnej strukturze i zawiera duże, silnie barwiące się jąderko (fig. 29).

Synergidy przedstawiają się jako komórki o słabo rozszerzonej części od strony wnętrza woreczka zalążkowego. Wypełnione są ziarnistą cytoplazmą z wodniczką położoną niżej jądra od strony woreczka zalążkowego. Jądra synergid mają luźną strukturę i zawierają dość silnie barwiące się jąderko (fig. 29).

Wtórne jądro woreczka zalążkowego powstaje ze zlania się dwóch jąder biegunowych. Leży ono bardzo blisko aparatu jajowego, ma bardzo luźną strukturę i zawiera jedno bardzo duże i silnie barwiące się jąderko (fig. 30). Jądra biegunowe występują mniej więcej w połowie woreczka zalążkowego (fig. 29). Połączenie jąder biegunowych w wtórne jądro woreczka zalążkowego następuje dość krótko przed samym zapłodnieniem. Podobne zjawisko u roślin z rodziny *Cruciferae* obserwował Guignard (1882) i Vandendries (1909). Jądra biegunowe mają luźną strukturę, są bardzo duże z silnie barwiącymi się jąderkami.

Antypody u *C. abyssinica* występują w liczbie trzech komórek (fig. 29). Są to komórki o zwakualizowanej cytoplazmie z jednym dość dużym jądrem, w którym łatwo można wyodrębnić wyraźnie barwiące się jąderko. W okresie, kiedy jądra biegunowe łączą się w wtórne jądro woreczka zalążkowego, antypody wykazują postępującą degenerację. Uwidacznia się to przede wszystkim w ich jądrach, które barwią się słabiej i trudniej je odróżnić od reszty zawartości komórki. Bezpośrednio przed zapłodnieniem antypody zanikają.

Zapłodnienie

Samego procesu zapłodnienia u *C. abyssinica* nie obserwowałem. Obserwowałem natomiast w dziesięciu przypadkach moment wnikania łagiewki do woreczka zalążkowego (fig. 31). Jak zdołałem zaobserwować, jądra plemnikowe znajdujące się w końcowej części łagiewki, która wdrażyła się już do woreczka zalążkowego, są nieco większe, aniżeli wtedy gdy znajdowały się w ziarnach pyłku. Poza tym mają nieco luźniejszą strukturę (fig. 31). Nie zdołałem zaobserwować w żadnym przypadku momentu zlewania się jąder plemnikowych z komórką jajową i wtórnym jądrem woreczka zalążkowego.

Zarodek

Rozwój zarodka zaobserwowałem od czasu, kiedy zygota jajowa uległa już kilku podziałom. Na młodszy obserwowany prazarodek tworzyło sześć komórek, z których wierzchołkowa od strony wnętrza woreczka zalążkowego podzielona była podłużnie (fig. 33). W później-

Fig. 33—37. Rozwój zarodka *Crambe abyssinica* Hoch. według typu *Capsella*

Capsella type of embryo development of *Crambe abyssinica* Hoch.

(Fig. 33—35 (× 500), fig. 36 (× 150), fig. 37 (× 90))

szym stadium obserwowałem wyraźne wieszadełko i wykształcony zarodek (fig. 34—37). Należy zaznaczyć, że w badanym materiale ani razu nie obserwowałem wykształcania się zarodka na drodze apomiktycznej. Rozwój zarodka u *C. abyssinica* odbywa się według typu *Cap-sella* (fig. 33—37).

Bielmo

Rozwój bielma u *C. abyssinica* badałem w woreczku zalążkowym, w którym zygota jajowa nie uległa jeszcze podziałom, a zygota bielmowa kilkakrotnie się już podzieliła (fig. 32). U *C. abyssinica* bielmo rozwija się według typu jądrowego. Podział zygoty bielmowej zachodzi wcześniej od podziału zygoty jajowej. Wolne jądra bielma gęsto otaczają początkowo prazarodek, a nieco później układają się pasmami przez środek woreczka zalążkowego (fig. 33—37). W części chalazalnej woreczka zalążkowego w tym czasie obserwowałem nagromadzenie cytoplazmy z jądrami. Podobne obrazy obserwowali u szeregu roślin z rodziny *Cruciferae* Strasburger (1887), Riddle (1898), Guignard (1902), Vandendries (1909), Bannier (1923). W początkowym

Fig. 38—41. Podział mitotyczny jądra bielma *Crambe abyssinica* Hoch.

38 — jądro w stadium interkinetycznym; 39 — jądro w stadium metafazy; 40 — jądro w stadium anafazy; 41 — jądro w stadium późnej anafazy

Mitotic division of endosperm nucleus of *Crambe abyssinica* Hoch.

38 — nucleus in interkinetic stage; 39 — nucleus in metaphase stage; 40 — nucleus in anaphase stage; 41 — nucleus in late anaphase stage (× 900)

stadium rozwoju bielma w sąsiedztwie zarodka można było dość często obserwować studia podziału mitotycznego (fig. 38—41), wokół zaś ścian woreczka zalążkowego grupy jąder z widocznymi pomiędzy nimi fragmoplastami. W okresie, kiedy w zarodku wykształcone są dość silnie liścienie, w fragmoplastach łatwo można zaobserwować blaszki środkowe, a wzdłuż ścian woreczka zalążkowego obłonięte już komórki. W woreczkach zalążkowych jądra bielma znajdują się wszystkie w jednym stadium podziału mitotycznego. W poszczególnych stadiach podziału jąder chromosomy są zbite tak, że trudno ustalić ich liczbę. Komórki bielma w późniejszym stadium rozwoju wytyczają granice wo-

wzrostu i korzonek, bielmo zostaje przez zarodek stopniowo zepchnięte na ścianę tworzącej się łupiny nasiennej i częściowo zresorbowane.

DYSKUSJA

Liczba chromosomów w podziałach mitotycznych dla *C. abyssinica* ze stanowisk polskich jest zgodna z wynikami Manton (1932), otrzymanymi na materiale z Abisynii. Liczba ta potwierdziła się również w przeprowadzonych obserwacjach mejozy w komórkach macierzystych pyłku.

Z pracy Heitza (1933) wiemy, że chromocentry w jądrze metabolicznym odpowiadają określonym odcinkom chromosomów. Te heterochromatynowe odcinki, w przeciwieństwie do odcinków euchromatynowych, zachowują barwliwość w późnej telofazie i w jądrze interkinezy. Jądra metaboliczne *C. abyssinica* mają chromocentry, których liczba w przybliżeniu równa się liczbie chromosomów $2n = 90$. U *C. abyssinica* chromocentry są rozmieszczone mniej więcej równomiernie pod błoną jądrową. Dziewięćdziesiąt chromocentrów prawdopodobnie odpowiada odcinkom heterochromatynowym, występującym w dziewięćdziesięciu chromosomach.

Badania nad jądrami metabolicznymi roślin z rodziny *Cruciferae* były prowadzone przez Litariera i Doulata (1942) u *C. maritima*, Tschermak-Woess i Hasitschka (1953) u *Sinapis alba* i przez Bijoka (1959) u *Brassica napus* var. *biennis* i *Br. napus* var. *typica*. U *C. maritima* istnieją w jądrach metabolicznych komórek stożków wzrostu chromocentry mniej więcej kuliste o różnych wielkościach. U *Sinapis alba* ($2n = 24$) i *Br. napus* ($2n = 38$) liczba chromocentrów w jądrach metabolicznych komórek merystemów stożków wzrostu odpowiada liczbie chromosomów. Badania Heitza (1933) i Góreckiej (1956) wykazują, że niekiedy liczba chromocentrów może się różnić nawet u gatunków jednego rodzaju mających taką samą liczbę chromosomów.

Z przeprowadzonych dokładnych obserwacji podziałów mejotycznych w komórkach macierzystych woreczka zalążkowego w wielokomórkowym archesporze stwierdziłem, że u *C. abyssinica* podziały mejotyczne zachodzą tylko w jednej komórce leżącej w środku komórek archesporialnych, najbliższej okienka. W ten sposób powstaje tylko jedna tetrada, z której spora bazalna rozwija się w woreczek zalążkowy. Badania Vesque (1879), Guignarda (1882), Riddle (1898), Van-

dendries (1909, 1912), Schwarzenbacha (1922), Banniera (1923), Corti (1930) nad gatunkami z rodziny *Cruciferae* wykazują, że w tej rodzinie występują różne ilości komórek archesporialnych. Schwarzenbach (1922) w zalążku *Cardamina pentaphylla* i *C. bulbifera* obserwował kilka mniej lub więcej posuniętych w rozwoju woreczków zalążkowych. W późniejszych stadiach rozwoju zalążka autor ten obserwował tylko jeden woreczek zalążkowy oraz wepchnięte do chalazy woreczki zalążkowe niecałkowicie wykształcone, mające tylko najczęściej aparat jajowy i wtórne jądro woreczka zalążkowego. Schwarzenbach nie obserwował u tych roślin występowania dwóch normalnych woreczków zalążkowych.

U *C. abyssinica* rozwój zarodka odbywa się według typu *Capsella*, opisany przez innych autorów u roślin z rodziny *Cruciferae* (Guignard 1882, Vandendries 1909, Souges 1919, Schwarzenbach 1922, Pearson, 1933 i Thomson 1933).

STRESZCZENIE

1. W toku pracy potwierdzono ustaloną poprzednio dla *Crambe abyssinica* Hoch. liczbę chromosomów $2n = 90$, jak również stwierdzono, że liczba haploidalna dla tego gatunku wynosi $n = 45$ chromosomów.

2. W obrębie zespołu chromosomów stwierdzono zróżnicowanie pod względem morfologii, a mianowicie: długość chromosomów mieści się w granicach od 0,5 do 2,2 mikrona; nierównoramiennych chromosomów występuje 32, równoramiennych 58.

3. Jądra metaboliczne mają chromocentry, których liczba wynosi w przybliżeniu 90.

4. Podział mejotyczny w komórkach macierzystych pyłku *C. abyssinica* ma przebieg normalny.

5. Komórki tapetum w stadium leptotenu komórek macierzystych pyłku są jednojądrowe. W stadium zygotenu komórek macierzystych pyłku w komórkach tapetum zachodzi jeden podział mitotyczny z zahamowaniem cytokinezy. W dalszych stadiach podziału mejotycznego komórek macierzystych pyłku, komórki tapetum są dwujądrowe, o jądrach diploidalnych.

6. Archespor w zalążku jest wielokomórkowy. Podziały mejotyczne przechodzi tylko najbliższa okienka komórka archesporialna, z której rozwija się woreczek zalążkowy typu jednozarodnikowego.

7. Zarodek reprezentuje opisany u innych roślin z rodziny *Cruciferae* typ *Capsella*.

Zakład Botaniki
Wyższej Szkoły Rolniczej
w Olsztynie

(Wpłynęło: dn. 12.4.1961 r.)

SUMMARY

1. In the course of the present work there has been confirmed the chromosome number $2n = 90$ previously found out for *Crambe abyssinica* Hoch. and it was also established that the haploid number for this species is $n = 45$ chromosomes.

2. In the chromosome set there are 32 heterobrachial and 58 isobrachial chromosomes.

3. The metabolic nuclei have chromocentres, their number being about 90.

4. Meiotic division in pollen mother cells of *C. abyssinica* is normal.

5. Tapetal cells at the leptotene stage of pollen mother cells are mononuclear. At the zygotene stage of pollen mother cells one mitotic division of nuclei in the tapetal cells takes place. At the later stages of meiotic division of pollen mother cells the tapetal cells are binucleate, with diploid nuclei.

6. The archesporium in ovules is multicellular. Meiotic divisions take place only in one archesporial cell nearest the micropyle, out of which develops an embryo sac of the monosporial type.

7. The embryo represents a *Capsella* type described for other plants from the *Cruciferae* family.

This work was carried out in the Botany Department of the Higher School of Agriculture in Olsztyn.

LITERATURA

- Bannier J. P., 1923, Untersuchungen über apogamie Fortpflanzung bei einigen elementaren Arten von *Erophila verna*, Rec. Trav. Neerl. 20: 1—106.
- Bijok K., 1959, Studia nad kariologią *Brassica napus* L. var. *biennis* (Schubler et Mart.) Rchb. i *Br. napus* L. var. *typica* Posp., Acta Soc. Bot. Pol. 28: 265—372.
- Bijok K., 1960, Studia nad rozwojem tapetum w pylnikach *Chrysanthemum sub-corymbosum*, *Chr. segetum* i *Chr. corymbosum*, Acta Biol. Crac. Botan. 3: 15—24.
- Carniel K., 1952, Das Verhalten der Kerne in Tapetum der Angiospermen mit besonderer Berücksichtigung von Endomitosen und sogenannten Endomitosen, Öst. Bot. Zeit. 99: 318—362.
- Carniel K., 1954, Endomitosen im zellulär-einkernigen Tapetum, Öst. Bot. Zeit. 101: 435—436.
- Castetter E. F., 1925, Studies on the comparative cytology of the annual and biennial varieties of *Melilotus alba*, Amer. Journ. of Bot. 12: 270—286.
- Corti R., 1930, Embriologia del genere *Ionopsidium* Rchb. (*Cruciferae*), Nuovo Giorn. Bot. Italiano 37: 510—526.
- Faar C. H., 1918, Cell division by furrowing in *Magnolia*, Amer. Journ. of Bot. 5: 379—395.
- Górecka A., 1956, Badania cytologiczne nad trzema gatunkami rodzaju *Carduus* L., Acta Soc. Bot. Pol. 25: 719—731.
- Guignard L., 1882, Recherches sur le sac embryonnaire des phanerogames angiospermes, Ann. Sc. Nat. Bot. 13: 136—199.
- Guignard L., 1902, Sur la double fécondation chez Crucifères, C. R. Ac. Paris 135: 497—499.
- Heitz E., 1933, Die Herkunft der Chromocentren, Planta 18: 571—636.
- Jaretsky R., 1932, Beziehungen zwischen Chromosomenzahl und Systematik bei den Cruciferen, Jahrb. f. wiss. Bot. 76: 485—527.

- Johansen D. A., 1950, Plant Embryology. Embryogeny of the *Spermatophyta*, Waltham, Mass. USA. Chr. Bot. Comp.
- Litardiere R., Doulat E., 1942, Recherches caryologiques sur le *Crambe maritima* L. — Le noyau somatique et l'évolution chromosomique, Bull. Soc. Bot. France 89: 123—126.
- Maheshwari P., 1960, Embryology of Angiosperms, Mc Graw-Hill Book Company, Inc. New York, Toronto, London.
- Manton I., 1932, Introduction to the General Cytology of the *Cruciferae*, Ann. of Bot. 46: 509—556.
- Mechelke F., 1952, Die Entstehung der Polyploiden Zellkerne des Antherentapetums bei *Anthriscum majus* L., Chromosoma 5: 246—295.
- Pearson O. H., 1933, Study of the life history of *Brassica oleracea*, Bot. Gaz. 94: 534—550.
- Riddle L. C., 1898, The embryology of *Alysum*, Bot. Gaz., 26: 314—324.
- Schürhoff P. N., 1921, Über die Teilung des generativen Kernes vor der Teilung des Pollenkerns, Arch. f. Zellforsch., 15: 145—159.
- Schwarzenbach F., 1922, Untersuchungen über die Sterilität von *Cardamine bulbifera* (L.) Crantz unter Annahme eines hybriden Ursprungs dieses Art, Flora 115: 393—514.
- Skalińska M., 1958, Badania nad kariologicznym różnicowaniem tapetum u *Valeriana officinalis* L., Acta Biol. Crac. Botan. 1: 45—54.
- Soueges R., 1919, Les premieres divisions de l'oeuf et les differenciations du suspenseur chez le *Capsella bursa pastoris* Moench., Ann. Sc. Nat. Bot. 10: 1—28.
- Strasburger E., 1887, Über Kern- und Zellteilung im Pflanzenreiche nebst Anhang über Befruchtung, Hist. Beitr. 1, Jena.
- Tahara M., 1915, Cytological studies on *Chrysanthemum*, Bot. Mag. Tokyo 29: egl. Res. 48—50.
- Tahara M., 1921, Cytologische Untersuchungen an einigen Compositen, Journ. Coll. Univ. Tokyo 43: 1—51.
- Thompson C., 1933, A Morphological study of flower and seed development in cabbage, Journ. Agr. Res. 47: 215—232.
- Trela Z., 1958, Procesy cytologiczno-histologiczne podczas różnicowania tapetum pylników *Aconitum variegatum* L., Acta Biol. Crac. Botan. 1: 35—43.
- Tschermak-Woess E., Hasitschka G., 1953, Veränderungen der Kernstruktur während der Endomitose, rhythmisches Kernwachstum und verschiedenes Heterochromatin bei *Angiospermen*, Chromosoma 5: 574—614.
- Turała K., 1958, Endomitotyzacja w komórkach tapetum *Cucurbita pepo* L., Acta Biol. Crac. Botan. 1: 25—34.
- Vandendries R., 1909, Contribution a l'étude de developpement des Cruciferes I, Cellule 25: 412—459.
- Vandendries R., 1912, Contribution à l'étude du developpement de l'ovule dans les Cruciferes II, L'archesporium dans le genre Cardamine, Cellule 28: 215—225.
- Vesque J., 1879, Nouvelles recherches sur le developpement des phanerogames angiosperms, Ann. Sc. Bot. 6: 261—390.
- Wcisło H., 1952, Cytological and embryological studies in *Doronicum* L., Bull. Int. Acad. Pol. Soc. Ser. B 147—166.
- Witkus E. R., 1945, Endomitotic tapetal cell division in *Spinacia*, Amer. Journ. of Bot. 32: 326—330.