Studia cyto-taksonomiczne i embriologiczne nad czterema gatunkami rodzaju *Corispermum* L.

Cyto-taxonomic and embryological studies
on four species of the genus *Corispermum* L.

E. ADAMKIEWICZ

WSTĘP

Rodzaj *Corispermum* L. reprezentowany we florze polskiej przez cztery gatunki, był dotychczas przedmiotem nielicznych prac. Wobec tego, interesujące było przeprowadzenie badań kariologiczno-embriologicznych tych roślin z naturalnych stanowisk w Polsce.

W literaturze, istnieją wyraźne różnice poglądów dotyczące stosunków pokrewieństwa i stanowiska systematycznego między *C. hyssopifolium* L. i *C. intermedium* Schweig. Hegi (1912) *C. intermedium* uznaje jako podgatunek *C. hyssopifolium*, zaś we Florze ZSRR (1936) *C. intermedium* traktowane jest jako synonim *C. algidum* Iljin. Meusel, Jäger i Weinert (1965) uznają *C. intermedium* jako drobny gatunek z *C. hyssopifolium*. Rothmaler (1966) gatunek ten opisuje jako *C. intermedium* Schweig., Ehrendorfer (1967) podaje *C. intermedium* agg. — *C. intermedium* Schweig., zaznaczając jednocześnie, że jest to synonim *C. hyssopifolium* Fenzl. Spośród polskich systematyków — Szymkiewicz (1921), Szafer, Kulczyński i Pawłowski (1924 i 1953) — *C. intermedium* opisują jako samodzielny gatunek.

Studia kariologiczne znane są dla *C. hyssopifolium* z terenu Niemiec (Reese 1952b) i Kanady (Mulligan 1961) oraz dla *C. nitidum* Kit. z terenu Węgier (Baksay 1958). *C. intermedium* i *C. marschallii* nie były badane. Żaden z wymienionych gatunków nie był badany pod względem embriologicznym.

Przedmiotem niniejszej pracy są dwa zagadnienia: pierwsze dotyczy wartości systematycznej *C. intermedium* Schweig. w świetle badań kariologicznych i embriologicznych, drugie zaś badań cytologiczno-embriologicznych nad *C. hyssopifolium* L., *C. nitidum* Kit., *C. intermedium* Schweig. i *C. marschallii* Fenzl. ze stanowisk w Polsce. Należy zaznaczyć, że *C. nitidum* stanowi nowy gatunek dla flory synantropijnej środkowo-północnej Polski (Adamkiewicz 1969).

MATERIAŁ I METODYKA BADAŃ

Materiał do badań zebrano z naturalnych stanowisk Polski w latach 1966—1968 (Tab. 1).

Tabela 1 — Table 1

Wykaz stanowisk, z których w latach 1966—1968 zebrano:

A list of stands where in 1966—1968 were collected:

C. hyssopifolium

1. Brzoza — Toruńska — piaszczysta droga w lesie — a sandy road in a wood
2. Gutkowo, pow. Olsztyn — skarpy przy torach kolejowych
Gutkowo, Olsztyn district — railway embankments
3. Mosina pow. Poznań — piaszczyste zbocze przy drodze do gorzelni
Mosina, Poznań district — a sandy slope by the road to an alcohol distillery
4. Poznań — piaszczyste przydroże za Rusalką
— a sandy roadside beyond the Rusalka River
5. Toruń — na poligonie
— on the practice range
6. Toruń — przy torach kolejowych Toruń — Inowrocław
— by the Toruń — Inowrocław railway line

C. nitidum

1. Włocławek — piaszczysta skarpa przy murze cmentarza i przy torach kolejowych
Włocławek—Kutno
— a sandy embankment at the cemetery wall and by the Włocławek—
Kutno railway line

C. intermedium

1. Gdańsk — Św. Wojciech — dworzec kolejowy
— railway station
2. Gdynia — przy torach do portu
— at the railway line to the port
3. Gdynia—Grabówek — przy torach kolejowych
— at the railway line
4. Kowal—Przyborowo, pow. Włocławek — wydmy przy lesie
Kowal—Przyborowo, Włocławek district — dunes near a wood
5. Mątwy pow. Inowrocław — hałdy Zakładów Sodowych
Mątwy, Inowrocław district — Soda Plant waste — dumps
6. Olsztyn — doły poźwirowe w pobliżu jez. Krzywego
— gravel pits near Lake Krzywe
7. Sopot—Wyścigi — tereny piaszczyste dworca kolejowego
— sandy grounds of the railway station
8. Wejherowo — tereny dworca kolejowego — railway station grounds
9. Włocławek — piaszczysta skarpa przy murze cmentarza i torach kolejowych Włocławek—Kutno
— a sandy embankment at the cemetery wall and by the Włocławek—
Kutno railway line
10. Włocławek — miejskie wysypisko
— municipal dumping ground

C. marschallii

1. Ciechocinek — lewy brzeg Wisły i wśród zabudowań miasta
— the left bank of the Vistula and between the buildings of the town
2. Fordon, pow. Bydgoszcz — lewy brzeg Wisły
Fordon, Bydgoszcz district — the left bank of the Vistula
3. Grubno, pow. Chełmno — na piaskach we wsi
Grubno, Chełmno district — on sands in the village
4. Włocławek — lewy brzeg Wisły
— the left bank of the Vistula

Badania nad liczbą chromosomów prowadzono na mitozach w stożkach wzrostu korzonków zebranych w terenie. Dogodniejszym materiałem do badań kariologicznych były korzonki z wykiełkowanych owoców w wazonach z piaskiem oraz w pracowni na bibule w szalkach Petriego. Pączki kwiatowe i korzonki utrwalano w 50% utrwalczu Nawaszyna.

Utrwalony materiał zatopiono w parafinie i krajano na skrawki grubości 15 mikronów. Preparaty barwiono fioletem gencjanowym, różniując roztworem fenolu w ksylenie (1:3). W celu otrzymania jednolitych wyników, obserwacje, pomiary i rysunki wykonano z przekrojów poprzecznych korzonków i podłużnych pączków. Rysunki wykonano przy pomocy aparatu rysunkowego Zeissa spod mikroskopu Lumipan przy użyciu obiektywów 90x i 40x w połączeniu z okulem K 20x Zeissa. Powiększenie poszczególnych rysunków podano przy odnośnych figurach.

Liczby chromosomów

Somatyczne liczby chromosomów czterech badanych gatunków ustalono na podstawie podziałów mitotycznych w stożkach wzrostu korzonków oraz metafazie pierwszego i drugiego podziału mejozytycznego komórek macierzystych pyłku. W toku badań zostały ustalone liczby $n = 9$ i $2n = 18$ chromosomów (Rys. 1—8). Poszczególne chromosomy z płytek somatycznych zestawiono w 9 par, odpowiadających sobie długością i kształtem (rys. 5—8 i Tab. 2).

Zgodnie z wytycznymi badacza rosyjskiego Lewitskiego (1931) dla morfologii chromosomów, można je podzielić na dwie względnie trzy grupy: a mianowicie: równoramienne i nierównoramienne u *C. nitidum* i *C. marschallii* oraz na równoramienne i nierównoramienne bez trabanta i nierównoramienne z trabantem u *C. hyssopifolium* i *C. intermedium*. U *C. hyssopifolium* występuje jedna, a u *C. intermedium* dwie pary chromosomów z trabantem. Poszczególne pary chromosomów u *C. nitidum* charakteryzują się większą długością niż u pozostałych gatunków. Suma długości wszystkich chromosomów jest też najwyższa u *C. nitidum* niż u *C. intermedium* i *C. marschallii*, a najniższa u *C. hyssopifolium*.

Badane rośliny posiadają charakterystyczną dla rodzaju *Corispermum* liczbę podstawową $x = 9$ chromosomów (Darlington 1955; Löve

Rys. 1 — 4. Metafazy somatyczne w merystemach stożków wzrostu korzenia ($2n = 18$); 1 — *Corispermum hyssopifolium*, 2 — *C. nitidum*, 3 — *C. intermedium*, 4 — *C. marschallii* ($\times 2400$).

Fig. 1 — 4. Somatic metaphases in root-tip ($2n = 18$); *Corispermum hyssopifolium*, 2 — *C. nitidum*, 3 — *C. intermedium*, 4 — *C. marschallii* ($\times 2400$).

Rys. 5 — 8. Zestawienie poszczególnych par chromosomów metafazy somatycznej stożków wzrostu korzenia przedstawionych na rysunkach 1—4; 5 — *C. hyssopifolium*, 6 — *C. nitidum*, 7 — *C. intermedium*, 8 — *C. marschallii* ($\times 2400$).

Fig. 5 — 8. A comparison of particular chromosome pairs of somatic metaphase of root-tips presented in Figs. 1—4; 5 — *Corispermum hyssopifolium*, 6 — *C. nitidum*, 7 — *C. intermedium*, 8 — *C. marschallii* ($\times 2400$).

Tabela 2—Table 2

Porównanie długości i proporcji ramion chromosomów u czterech gatunków rodzaju *Corispermum* L.
Comparison of the length and proportion of the chromosome arms of four species of the genus *Corispermum* L.

Nazwa gatunku Name of species	Przybliżona długość chromosomów w mikronach Approximate length of chromosomes in microns	Proporcje ramion Proportion of arms	Liczba par Number of pairs	
			bez trabanta without sat	z trabantem with sat
<i>C. hyssopifolium</i> $2n = 18$	3,4	1 : 1	1	2
	2,4	1 : 1	1	
	2,3	1 : 1	3	
	2,4	2 : 1	—	
	2,3	2 : 1	1	
	2,2	2 : 1	1	
<i>C. nitidum</i> $2n = 18$	3,2	1 : 1	2	
	2,9	1 : 1	1	
	2,7	1 : 1	1	
	2,4	1 : 1	1	
	3,1	2 : 1	1	
	3,0	2 : 1	2	
	2,9	2 : 1	1	
<i>C. intermedium</i> $2n = 18$	3,4	1 : 1	1	1
	3,2	1 : 1	2	
	3,1	2 : 1	—	
	3,2	2 : 1	3	
	2,9	2 : 1	1	
	2,6	2 : 1	1	
<i>C. marschallii</i> $2n = 18$	2,8	1 : 1	2	
	2,4	1 : 1	2	
	3,2	2 : 1	2	
	3,1	2 : 1	1	
	2,9	2 : 1	1	
	2,6	2 : 1	1	

i Löve 1961). *C. hyssopifolium*, *C. nitidum*, *C. intermedium* i *C. marschallii* z terenu Polski przedstawiają typ diploidalny ($2n = 18$) podobnie jak okazy *C. hyssopifolium* i *C. nitidum* pochodzące z Niemiec, Kanady i Węgier. Wyniki powyższe potwierdzone zostały w obserwacjach nad mejozą w komórkach macierzystych pyłku (rys. 9—16).

9

10

11

12

Rys. 9—12. Diakinezy w komórkach macierzystych pyłku ($n = 9$).

Fig. 9—12. Diakinesis in P.M.C's. ($n = 9$)

9 — *C. hyssopifolium*, 10 — *C. nitidum*, 11 — *C. intermedium*, 12 — *C. marschallii*
($\times 2400$)

13

14

15

16

Rys. 13 — 16. Biwalenty z metafazy pierwszego podziału mejotycznego komórek macierzystych pyłku ($n = 9$)

Fig. 13—16. Bivalents from first metaphase in P.M.C's

13 — *C. hyssopifolium*, 14 — *C. nitidum*, 15 — *C. intermedium*, 16 — *C. marschallii*
($\times 2400$)

I. OBSERWACJE NAD ROZWOJEM PYLNIKÓW

A. Topografia pylnika

Na przekroju poprzecznym młodego pylnika widoczne są cztery komory, w których centralne położenie zajmują komórki macierzyste pyłku. Komórki macierzyste pyłku ściśle przylegają do siebie, a ściany pylnika w tym stadium zróżnicowane są na cztery warstwy: epidermę, warstwę włóknistą, warstwę zanikającą i najbardziej wewnętrzną wyścielającą — tapetum.

B. Tapetum

Warstwa komórek tapetum różnicuje się w stadium premeiotycznym komórek macierzystych pyłku. W tym czasie komórki macierzyste pyłku są wieloboczne, ściśle do siebie przylegają i tworzą zwartą grupę. Komórki warstwy tapetum w tym stadium rozwoju komórek macierzystych pyłku są jednojądrowe i wypełnione ziarnistą cytoplazmą (rys. 17).

W stadium pachytenu i diplotenu komórek macierzystych pyłku, jądra komórek tapetum przechodzą jeden podział mitotyczny bez występowania cytokinezy (rys. 18—20). W wyniku tego podziału, od stadium diakinezy komórek macierzystych pyłku, w komórkach tapetum występują dwa diploidalne jądra z silnie barwiącymi się jąderkami (rys. 20). W tym stadium komórki tapetum osiągają stopień tetraploidalny.

Po stadium diplotenu w komórkach macierzystych pyłku podziały mitotyczne w komórkach tapetum wygasają całkowicie. Od stadium tetrad zaczyna się stopniowo proces degeneracji komórek warstwy tapetum. Uwidacznia się to w postaci wydłużania komórek, słabą barwliwością jąder, jak również zanikiem wyraźnych uprzednio widocznych kształtów. Równocześnie w cytoplazmie pojawiają się wodniczki, które łączą się w jedną centralną wodniczkę (rys. 21). W stadium wykształcania się dwujądrowych ziarn pyłku, obserwowano występowanie jeszcze w kilku preparatach resztek tapetum w postaci skurczonych, zniekształconych i bezbarwnych zdegenerowanych komórek. Z przeprowadzonych obserwacji wynika, że tapetum u *Corispermum* jest typu sekrecyjnego.

C. Mikrosporogeneza

Proces powstawania pyłku przebiega u *Corispermum* podobnie jak u większości roślin okrytozalążkowych.

W obrębie jednej komory pylnikowej, wszystkie komórki macierzyste pyłku znajdowały się w tym samym stadium podziałowym. Początkowo ściśle do siebie przylegają, w miarę jednak wzrostu pylnika na długość, tracą swoją spoistość, nieco zaokrąglają się i powstają między ni-

Rys. 17 — 21. Podziały komórek warstwy tapetum w pylnikach *C. intermedium*; 17 — jednojądrowe diploidalne komórki tapetum, 18 — metafaza, 19 — anafaza, 20 — komórka tapetum po mitozie z dwoma diploidalnymi jądrowymi, 21 — degenerująca komórka warstwy tapetum ($\times 2400$).

Fig. 17 — 21. Cell divisions of tapetal layer in anthers of *C. intermedium*; 17 — uninuclear diploid tapetal cells, 18 — metaphase, 19 — anaphase, 20 — tapetal cell after mitosis with two diploid nuclei, 21 — degenerating cell of the tapetal layer ($\times 2400$).

mi przestwory międzykomórkowe. Stąd w stadium diakinezy obserwowano luźno ułożone komórki w komorach pylnikowych.

Dokładne badania mejozy przeprowadzono od stadium diakinezy. W diakinezie i metafazie pierwszego podziału mejotycznego stwierdzono po 9 biwalentów. U *C. intermedium* część biwalentów przedstawia typ o niecałkowitej terminalizacji z chiazmami pojedynczymi, inne zaś mają po dwie terminalne chiazmy (rys. 15). Koniugujące chromosomy trzech pozostałych gatunków połączone są pojedynczymi chiazmami o niecałkowitej terminalizacji (rys. 13, 14, 16). Wynika z tego, że *C. intermedium* posiada biwalenty o wyższej liczbie chiazm i silniejszym stopniu terminalizacji niż *C. hyssopifolium*, *C. nitidum* i *C. marschallii*.

Płytki metafazowe ustawiają się w płaszczyźnie równikowej w środku komórki macierzystej pyłku, albo są zepchnięte ku jej obwodowi. W tym stadium po prawidłowej kongresji chromosomów, daje się dobrze obserwować dwubiegunowe wrzeciono kariokinetyczne typu anastralnego (rys. 22, 23).

Anafaza pierwszego podziału mejotycznego przebiega normalnie. Rozchodzenie się chromosomów do przeciwległych biegunów jest ściśle zsynchronizowane (rys. 24). Między rozchodzącymi się grupami chromosomów obserwowano fragmoplast, który utrzymuje się do chwili powstania dwóch jąder potomnych (rys. 25).

W stadium metafazy drugiego podziału mejotycznego oba wrzeciona i obie płytki metafazowe zwykle ustawiają się w stosunku do siebie prostopadle, rzadziej równolegle (rys. 26).

W anafazie drugiego podziału mejotycznego zachodzi, podobnie jak w anafazie pierwszego podziału mejotycznego, zsynchronizowane rozchodzenie się chromosomów na bieguny. Pomiedzy rozchodzącymi się grupami chromosomów widoczny jest dość wyraźnie fragmoplast (rys. 27).

W telofazie drugiego podziału mejotycznego w komórkach macierzystych pyłku tworzą się cztery jądra. Trzy z nich najczęściej widoczne są w jednej płaszczyźnie, a czwarte leży nieco głębiej. Pomiedzy tworzącymi się jądrami widoczne jest sześć fragmoplastów (rys. 28).

W obserwacjach dalszych stadiów rozwoju ziarn pyłku stwierdzono, że w cytoplazmie komórek macierzystych pyłku zaczyna zarysowywać się sześć bruzd, które powodują wykształcenie się czterech mas protoplastów. Każdy z nich posiada dobrze barwiące się jądro. Masy protoplastów początkowo połączone są mostkami cytoplazmatycznymi, które w dalszym rozwoju ulegają nierównoczesnemu rozerwaniu. Daje to początek tetradzie mikrospor (rys. 29, 30). Powstałe mikrospory uwalniają się następnie z błony komórki macierzystej pyłku. Młode mikrospory otoczone są pojedynczą błoną — intyną (rys. 31). W miarę ich rozwoju wykształca się druga błona — egzyna, która powstaje przypuszczalnie przy czynnym udziale komórek tapetum (rys. 32—34).

Rys. 22 — 29. Rozwój pyłku *C. intermedium*; 22 — metafaza, pierwszego podziału meiotycznego, 23 — metafaza pierwszego podziału meiotycznego widziana z góry, 24 — anafaza pierwszego podziału meiotycznego, 25 — telofaza pierwszego podziału meiotycznego, 26 — metafaza drugiego podziału meiotycznego, 27 — anafaza drugiego podziału meiotycznego, 28 — telofaza drugiego podziału meiotycznego, 29 — rozwój tetrady mikrospor ($\times 2400$).

Fig. 22 — 29. Development of pollen in *C. intermedium*; 22 — first metaphase in P.M.C.'s., 23 — first metaphase in P.M.C.'s. — polar view, 24 — first anaphase in P.M.C.'s., 25 — first telophase in P.M.C.'s., 26 — second metaphase in P.M.C.'s., 27 — second anaphase in P.M.C.'s., 28 — second telophase in P.M.C.'s., 29 — formation of microspore tetrads ($\times 2400$).

Rys. 30 — 34. Rozwój pyłku *C. intermedium*; 30 — tetrad mikrospor, 31, 32 — pierwotne ziarno pyłku, 33 — ziarno pyłku z jądrem wegetatywnym i generatywnym w stadium metafazy, 34 — dojrzałe ziarno pyłku z jądrem wegetatywnym i dwoma plemnikami ($\times 2400$).

Fig. 30—34. Development of pollen in *C. intermedium*; 30 — tetrad of microspores, 31, 32 — original pollen grain, 33 — pollen grain with vegetative and generative nuclei in metaphase stage, 34 — ripe pollen grain with vegetative nucleus and two sperm nuclei ($\times 2400$).

W młodych mikrosporach początkowo duże, okrągłe jądro leży w środku komórki. W dalszym stadium rozwoju, w cytoplazmie ziarna pyłku tworzy się centralna wodniczka, która przesuwają jądo ku błonie (rys. 32). Po pierwszym podziale mitotycznym ziarna pyłku posiadają dwie komórki: mniejszą — generatywną i większą — wegetatywną. Protoplasty tych komórek nie są oddzielone błoną komórkową. Tuż przed otwarciem pylników, komórka generatywna przechodzi jeszcze jeden podział, w wyniku którego powstają dwa plemniki. W momencie pęknięcia ścian pylników, ziarna pyłku są trzyjądrowe — zawierają okrągłe, słabo barwią-

ce się jądro wegetatywne i dwa małe nieobłonione plemniki o zwartej strukturze (rys. 34).

Średnia wielkość 100 badanych ziarn pyłku *C. hyssopifolium* wynosi 19,1, *C. nitidum* 23,4, *C. intermedium* 19,6 i *C. marschallii* 23,4 mikronów (rys. 46).

II. OBSERWACJE NAD ROZWOJEM ZAŁĄŻKA

A. Topografia załążka

Załążek u *Corispermum*, podobnie jak u wszystkich przedstawicieli *Centrospermae*, jest zgięty — amfitropowy (Maheshwari 1950), cienkoosrodkowy o podwójnych osłonkach. Komórki skórki osrodka we wczesnym stadium rozwoju załążka wypełnione są ziarnistą cytoplazmą, w której znajduje się silnie barwiące się jądro komórkowe. W stadium czterojądrowego woreczka załążkowego komórki skórki osrodka wydłużają się w kierunku podłużnej osi załążka, a w stadium ośmiojądrowego woreczka następuje ich całkowita degeneracja, tak że rzadko można obserwować tylko ich resztki.

B. Makrosporigeneza i rozwój woreczka załążkowego

Komórka archesporu u *Corispermum* w kształcie prostokąta z dużym jądrem, przekształca się w komórkę macierzystą makrospor bez oddzielania komórki przykrywkowej (rys. 35). Podziały mejotyczne komórki macierzystej makrospor prowadzą do wykształcenia czterech komórek — tetrady makrospor (rys. 36). W dalszym rozwoju, z czterech powstałych makrospor, trzy od strony okienka zanikają, a czwarta od strony chalazy przekształca się w jednojądrowy woreczek załążkowy (rys. 37).

Woreczek załążkowy u *Corispermum* jest typu monosporycznego, ośmiojądrowy (rys. 35—40). Ośmiojądrowy woreczek załążkowy rozwinął się na drodze trzech podziałów mitotycznych makrospory chalazalnej. W woreczkach dwu-, cztero- i ośmiojądrowych badanych gatunków, pomiędzy jądrami od strony okienka i jądrami od strony chalazy, obserwowano silnie wykształconą wodniczkę (rys. 38—40). W czterojądrowym woreczku załążkowym, od strony okienka obserwowano jeszcze degenerujące trzy makrospory w postaci ciemno barwiącej się masy (rys. 37—39).

C. Budowa dojrzałego woreczka załążkowego

Dojrzały woreczek załążkowy zawiera aparat jajowy składający się z dwu synergid i komórki jajowej, duże wtórne jądro woreczka załążkowego powstałe z dwu jąder biegunowych oraz trzy antypody (rys. 41, 42).

Rys. 35—40. Rozwój woreczka zalążkowego *C. intermedium*; 35 — archespor jednokomórkowy, 36 — tetrada makrospor, 37 — jednojądrowy woreczek zalążkowy, 38 — dwujądrowy woreczek zalążkowy, 39 — czterojądrowy woreczek zalążkowy, 40 — ośmiojądrowy woreczek zalążkowy ($\times 2400$).

Fig. 35—40. Development of embryo sac of *C. intermedium*; 35 — unicellular archespor, 36 — tetrad of megaspores, 37 — uninucleate embryo sac, 38 — binucleate embryo sac, 39 —ournucleate embryo sac, 40 — eightnucleate embryo sac ($\times 2400$).

W obserwowanych woreczkach zalążkowych, komórka jajowa leży bezpośrednio pod okienkiem i rozszerzoną częścią sięga w głąb światła woreczka zalążkowego. Cytoplazma komórki jajowej jest ziarnista i zgromadzona głównie w rozszerzonej części komórki jajowej, która otacza duże, o luźnej strukturze jądro. Wodniczka w komórce jajowej występuje w części wydłużonej komórki od strony okienka. Synergidy są kształtu gruszkowatego, zwężoną częścią zwrócone w stronę okienka, a rozszerzoną ku wnętrzu woreczka zalążkowego (rys. 41, 42). Jądra leżą w ziarnistej cytoplazmie, w której nie obserwowano wodniczek. Jądra biegunowe występują mniej więcej w środku woreczka zalążkowego, są duże i posiadają luźną strukturę. Połączenie jąder biegunowych we wtórne jądro woreczka zalążkowego następuje krótko przed zapłodnieniem.

Antypody w liczbie trzech komórek, zajmują chalazalną część woreczka zalążkowego i ściśle przylegają do siebie. Wnętrze antypod wypełnia zwakualizowana cytoplazma, w której występuje dość wyraźnie barwiące się jądro komórkowe.

D. Proces zapłodnienia

Procesu zapłodnienia komórki jajowej i wtórnego jądra zalążkowego nie obserwowano. Obserwowano natomiast wnikanie łagiewki pyłkowej do woreczka zalążkowego. Łagiewka pyłkowa badanych roślin wnika do woreczka przez okienko. Rysunek 43 przedstawia proces wnikania łagiewki pyłkowej, gdzie jedna z synergid zostaje zniszczona przez wnikającą łagiewkę, druga w tym czasie ulega już degeneracji. Degenerująca synergida widoczna jest w postaci ziarnistej masy cytoplazmatycznej.

Antypody w okresie wnikania łagiewki pyłkowej degenerują.

E. Rozwój zarodka

Rozwój zarodka obserwowano od momentu pierwszego podziału zygoty na dwie komórki (rys. 44). W trakcie dalszego rozwoju obserwowano zarodki kilku komórkowe z normalnie wykształconym wieszadełkiem (rys. 45). Z przeprowadzonych badań wynika, że zarodek u *Corispermum* rozwija się według typu *Chenopodium* (Souèges 1920; Schnarf 1929, 1931; Johansen 1950; Maheshwari 1950). W badanym materiale w żadnym przypadku nie obserwowano powstawania zarodka na drodze apomiktycznej.

F. Rozwój bielma

Rozwój bielma obserwowano w woreczkach zalążkowych od stadium dwukomórkowego prazarodka (rys. 44). Tworzące się bielmo ma charakter jądrowy. Wolne jądra początkowo otaczają prazarodek, a w później-

Rys. 41—44. Rozwój woreczka zalążkowego i zarodka *C. intermedium*; 41 — dojrzały woreczek zalążkowy, 42 — mikropylarna część woreczka zalążkowego, 43 — wnika-
jąca łagiewka pyłkowa, 44 — dwukomórkowy zarodek z bielmem jądrowym ($\times 1200$).
Fig. 41—44. Development of embryo sac and embryo of *C. intermedium*; 41 — ripe
embryo sac, 42 — micropylar part of embryo sac, 43 — penetration of pollen-tube,
44 — two-cellular embryo with nuclear endosperm ($\times 1200$).

45

Rys. 45. Rozwój zarodka i bielma *C. intermedium* ($\times 900$).Fig. 45. Development of embryo and endosperm of *C. intermedium* ($\times 900$).

szym stadium układają się pasmami przez środek i wzdłuż ścian woreczka zalążkowego (rys. 44, 45). W początkowym okresie wykształcania się w zarodku liścieni, wzdłuż ścian woreczka zalążkowego w bielmie występują już komórki obłonione. Zewnętrzna, bardziej zwarta warstwa komórek bielma stanowi granicę woreczka zalążkowego, wewnątrz zaś wypełniają komórki dość luźno ułożone o nieregularnych kształtach. W czasie tworzenia się w zarodku liścieni, stożka wzrostu i korzonka, bielmo ulega stopniowemu zepchnięciu do ściany woreczka przez rozwijający się zarodek. W trakcie różnicowania się zarodka, osłonki i ściany zalążni ulegają silnym przekształceniom histologicznym, co prowadzi do powstania łupiny nasiennej i owocni.

III. ANALIZA CECH ANATOMICZNO-MORFOLOGICZNYCH

Tabela 4, rys. 46 i 47 przedstawiają cechy morfologiczne oraz długość komórek szparkowych i wymiary wielkości ziarn pyłku *C. hyssopifolium*, *C. nitidum*, *C. intermedium* i *C. marschallii* ze stanowisk w Polsce. Z danych tych wynika, że istnieją pewne różnice u poszczególnych gatunków zarówno w wielkości komórek szparkowych, jak i w wielkości ziarn pyłku (rys. 46).

Rys. 46. Porównanie średnic 100 ziarn pyłku w μ u *Corispermum* L.

Fig. 46. Comparison of 100 pollen grains diameters in μ of *Corispermum* L.

Rys. 47. Porównanie długości 100 aparatów szparkowych w μ u *Corispermum* L.

Fig. 47. Comparison of 100 stomata length in μ of *Corispermum* L.

Analizę cech morfologicznych oparto na porównaniu żywych roślin z okazami zielnikowymi znajdującymi się w Zielniku Instytutu Botanicznego Uniwersytetu Wrocławskiego i Zakładu Systematyki i Geografii Roślin UMK w Toruniu oraz danych z literatury (K r y ł o w 1909; H e g i

Rys. 48. *Corispermum hyssopifolium* L.; a — pokrój, b — kłoski, c — owoc.

Fig. 48. *Corispermum hyssopifolium* L., a — habit, b — ears, c — fruit.

1912; Szymkiewicz 1921; Flora SSSR 1936; Szafer, Kulczyński i Pawłowski 1924, 1953; Kłokov 1960). Porównanie cech morfologicznych pozwala stwierdzić stałe różnice w pokroju roślin, wielkości i kształcie liści, przysadkach kwiatowych, a zwłaszcza w morfologii owocu (Tab. 4 i rys. 48—51).

Zestawienie cech morfologicznych czte
Comparison of morphological properties of

	Wysokość rośliny Height of plant		Łodyga Stem	Liście Leaves	Kłoski Spikelets
<i>C. hysopifolium</i>	10—40 cm	Okres kwitnienia — od lipca do września Blooming period — from July to September	Obla, gładka od podstawy silnie rozgałęziona, bardzo często purpurowa, pokryta rzadkimi włoskami Cylindrical, smooth, strongly branching at the bottom, frequently purple, covered with rare hairs.	Równowąskie, płaskie, zakończone kolcem, dolna część pokryta włoskami, jasnozielone, 1,5—6 cm dł, 2—4 mm szer. Linear, flat, with a spike at the end, the under side covered with hairs, light-green, 1,5—6 cm long, 2—4 mm wide.	Wydłużone, cienkie, gęste i ściśnięte, 1—8 cm dł, 4—8 mm szer. Elongated, thin, dense and compressed, 1—8 cm long, 4—8 mm broad.
<i>C. nitidum</i>	15—50 cm		Obla, gładka od podstawy silnie rozgałęziona, najczęściej zielona, rzadziej czerwona, pokryta rozgałęzionymi włoskami, później naga Cylindrical, smooth, strongly branching at the bottom, in most cases green more rarely red, covered with ramified hairs, then naked.	Wąskie, prawie nitkowate, zakończone ością, słabo owłosione, ciemnozielone, 2—5 cm dł., 1—2,5 mm szer. Narrow, almost filamentous; terminating in a husk; slightly pubescent, darkgreen; 2—5 cm long, 1—2,5 mm wide.	Wydłużone i cienkie, rzadko kiedy ściśnięte, 4—12 cm dł. i około 3,5 mm szer. Elongated and thin, rarely compressed; 4—12 cm long and about 3,5 cm wide.
<i>C. intermedium</i>	10—40 (53) cm		Obla, rozgałęziona, zawsze zielona, pokryta rozgałęzionymi włoskami, później naga Cylindrical, branching, always green, covered with ramified hairs, then naked	Równowąskie, do 6 mm szer. zakończone kolcem, dolna część owłosiona, jasnozielone, 2—8 cm dł., Linear, up to 6 mm wide, terminating in a spike, the under side pubescent, light-green, 2—8 cm long,	Dosyć długie, grube i gęste, 1,5—10 cm dł. 5—9 mm szer. Rather long, thick and dense, 1,5—10 cm long 5—9 mm wide.
<i>C. marschallii</i>	20—50 cm		Obla, silnie rozgałęziona zielona, pokryta rozgałęzionymi włoskami, później naga. Cylindrical, much branching, green, covered with ramified hairs, then naked	Podługowato-lancetowate, wąskie, normalnej grubości zakończone kolcem, pokryte rzadkimi włoskami, ciemno zielone, 2—7 cm dł., 2—3,5 mm szer. Oblong-lanceolate, narrow, of usual thickness, terminating in a spike, covered with rare hairs, darkgreen, 2—7 cm long, 2—3,5 mm wide.	Krótkie i grube, bywają rzadkie i wydłużone, 0,5—2,5 cm dł., 5—8 mm szer. Short and thick, although sometimes rare and elongated, 0,5-2,5 cm long 5—8 mm wide.
		Stanowisko i trwałość rośliny — piaski, jednoroczna Stand and plant fastness — sands, annual			

— Table 4

rech gatunków rodzaju *Corispermum* L.
four species of the genus *Corispermum* L.

Przysadki Stipules	Okwiat Perianth	Pręciki Stamens	Owoce Fruit
Podługowato-jajowate, zakończone ostro, brzeg szeroko błonkowaty, górne dłuższe od owoców, 5—8 mm dł., 1,5—3 mm szer. Oblong-ovate, tapering; wide membranaceous rim; the upper ones longer than fruit, 5—8 mm long, 1,5—3 mm wide.	Jeden słabożębaty błonkowaty liściek, rzadziej trzy u podstawy zrosnięte One slightly indented leaf; more rarely three leaves accrete at the base	3—5	Owalnookrągłe lub owalne, 2,5—4 mm dł. i 2—3 mm szer., od strony przysadki wypukłe, spodem płaskie, szare, obwiedzione grubym i wąskim, nieprzeświecającym i zbiegającym całobrzęgiem skrzydełkiem, na szczycie dwa małe proste ząbki z ostrym wycięciem między nimi. Oval-round or oval, 2,5—4 mm long and 2—3 mm wide; convex at the stipule, flat at the bottom, grey, encircled with a thick, narrow, opaque, converging, whole-rimmed wing; at the top two small, straight denticles with an acute indentation between them
Jajowate, owłosione rzadko, brzeg błonkowaty, zakończone kolcem, górne nieznacznie przewyższają owoce, 3—5 mm dł. 2—4,5 mm szer. Ovate, with rare pubescence; membranaceous rim; terminating in a spike; the upper ones slightly higher than fruit; 3—5 mm long, 2—4,5 mm wide.	Jeden zębaty błonkowaty liściek, rzadziej jeszcze dwa przyboczne One indented, membranaceous leaf, more rarely two side leaves in addition.	3—5 jeżeli 5 to trzy na długich nitkach 3—5 if 5 then three on long filaments	Okrągłoowalne, 2,5—3,5 mm dł. i 2,0—2,5 mm szer., od strony przysadki wypukłe, ze spodu wklęsłe lub płaskie, gładkie lśniące, barwy oliwkowej, obwiedzione wąskim brązowawo-żółtawym nieprzeświecającym skrzydełkiem, opatrzone na szczycie dwoma ostrymi nieco w lewo pochylonymi ząbkami. Round-oval, 2,5—3,5 mm long, 2,0—2,5 mm wide; convex at the stipule concave or flat at the bottom, smooth, shining, olivegreen, encircled by a narrow brownish-yellowish opaque wing; with two acute denticleslanting somewhat to the left at the top.
Szeroko-jajowate, zaostrome gęsto owłosione, brzeg szeroko błonkowaty, górne przewyższają owoce, 5—10 mm dł., 2,5—4,5 mm szer. Broadly, ovate, acuminate with dense pubescence; wide membranaceous rim; the upper ones higher than fruit; 5—10 mm long, 2,5—4,5 mm wide.	Przeważnie brak, jeżeli jest to jeden błonkowaty liściek In most cases absent; if present then in the form of one membranaceous leaflet	1—3 rzadko 5 1—3 rarely 5	Owalne, 3—5 mm dł. i 2,5—4,5 mm szer., od strony przysadki wypukłe, spodem płaskie, szare lub oliwkowe, obwiedzione szerokim nie zawsze zbiegającym przejrzystym skrzydełkiem o równym brzegu, na szczycie dwa ostre ząbki z wycięciem między nimi. Oval, 3—5 mm long and 2,5—4,5 mm wide; convex at the stipule, flat at the bottom; grey or olive-green; encircled with a broad, not always converging, transparent wing with an even rim; at the top two acute denticles with an indentation between them.
Szeroko jajowate, ostro zakończone, brzeg szeroko błonkowany, pokryte włoskami, górne zakrywają całkowicie owoce, 4—6,5 mm dł., 2,5—3,8 mm szer. Broadly ovate, acuminate with wide membranaceous rim; pubescent; the upper ones cover the entire fruit; 4—6,5 mm long, 2,5—3,8 mm wide.	Brak Absent	1—3 rzadko 5, nitki często czerwono-fioletowe 1—3 more rarely 5; frequently with red-violet filaments	Owalnookrągłe, 4—5 mm dł., 3—4,5 mm szer., od strony przysadki wypukłe, brązowo-oliwkowe obwiedzione szerokim żółtawoszarym mało ząbkowanym skrzydełkiem, na szczycie dwa ząbki z wycięciem między nimi oraz dwa charakterystyczne uszka. Oval-round, 4—5 mm long, 3—4,5 mm wide; convex at the stipule, brown-olive; encircled with a broad yellowish-grey slightly indented wing; at the top two small denticles with an indentation between them and two characteristic eyelets.

Rys. 49. *Carispermum nitidum* Kit.; a — pokrój, b — kłoski, c — owoc.

Fig. 49. *Corispermum nitidum* Kit.; a — habit, b — ears, c — fruit.

Analiza cech anatomiczno-morfologicznych, jak i analiza przeprowadzonych badań cyto — embriologicznych wskazuje, że pogląd systematyków polskich można uważać za słuszny, uznając *C. hyssopifolium* i *C. intermedium* jako dwa odrębne gatunki.

Rys. 50. *Corispermum intermedium* Schweig.; a — pokrój, b — kłoski, c — owoc

Fig. 50. *Corispermum intermedium* Schweig.; a — habit, b — ears, c — fruit.

Rys. 51. *Corispermum marschallii* Fenzl.; a — pokrój, b — kłoski, c — owoc.

Fig. 51. *Corispermum marschallii* Fenzl.; a — habit, b — ears, c — fruit.

IV. OMÓWIENIE WYNIKÓW

Jak podano na wstępie, celem niniejszej pracy było ustalenie wartości systematycznej *C. intermedium* Schweig. w świetle badań kariologiczno-embriologicznych, jak również przeprowadzenie badań cyto-embriologicznych nad *C. hyssopifolium* L., *C. nitidum* Kit., *C. intermedium* Schweig. i *C. marschallii* Fenzl.

Przeprowadzone obserwacje nad kompleksami chromosomów badanych gatunków w podziałach mitotycznych wykazały dość znaczne ich zróżnicowanie (Tab. 2, rys. 1—8). U *C. hyssopifolium* i *C. intermedium* poza chromosomami równoramiennymi i nierównoramiennymi obserwowano chromosomy nierównoramienne z trabantami; u *C. hyssopifolium* w liczbie dwóch par, a u *C. intermedium* w liczbie jednej pary. Istnieją też pewne różnice dotyczące ogólnej długości chromosomów. Z czterech kompleksów chromosomowych, najdłuższe chromosomy są u *C. nitidum*, a najkrótsze u *C. hyssopifolium*.

Liczby $n = 9$ i $2n = 18$ chromosomów roślin pochodzących z terenu Polski są zgodne z liczbami jakie ustalił dla *C. hyssopifolium* Reese (1952b) ze stanowisk w Niemczech; Mulligan (1961) z Kanady i dla *C. nitidum* Baksay (1958) ze stanowisk na Węgrzech. *C. intermedium* i *C. marschallii* pod względem kariologicznym dotychczas nie były badane. Z przeprowadzonych badań można wnioskować, że rodzaj *Corispermum* jest typem kariologicznie jednolitym.

U badanych gatunków w stadium metafazy pierwszego podziału meiotycznego w morfologii biwalentów dają się stwierdzić również pewne różnice (rys. 13—16). U *C. intermedium* obserwowano u części biwalentów niecałkowitą terminalizację z chiasmami pojedynczymi, u innych zaś biwalenty z dwoma terminalnymi chiasmami. Z obserwacji biwalentów u *C. hyssopifolium*, *C. nitidum*, *C. intermedium* i *C. marschallii* wynika, że biwalenty tych gatunków połączone są pojedynczymi chiasmami o niecałkowitej terminalizacji. Wynika z tego, że *C. intermedium* posiada biwalenty o wyższej liczbie chiasm i silniejszym stopniu terminalizacji niż pozostałe trzy gatunki. Obserwacje te wskazują na to, że kompleksy chromosomowe badanych roślin nie są identyczne z czego można wnioskować, że są to gatunki niezależne.

Tapetum u *Corispermum* jest typu sekrecyjnego. Komórki tapetum są dwujądrowe o jądrach diploidalnych, które powstały w wyniku mitozy z zahamowaniem cytokinezy. Nie stwierdzono tutaj zaburzeń prowadzących do podwojenia liczb chromosomów na drodze endomitozy, jak to wykazują u wielu innych roślin Witkus (1945); Carniel (1954); Turała (1958, 1963).

Przeprowadzone porównawcze stadia embriologiczne nad badanymi roślinami wykazały znaczne podobieństwo.

Przebieg podziałów mejotycznych w komórkach macierzystych pyłku odbywał się normalnie i nie obserwowano zdegenerowanych ziarn pyłku.

Przeprowadzone badania nad rozwojem zalążków nie ujawniły żadnych anomalii. Rozwój woreczka zalążkowego typu monosporycznego, ośmiojądrowego odbywał się normalnie.

Normalny rozwój ziarn pyłku i woreczka zalążkowego umożliwia roślinom rodzaju *Corispermum* rozmnażanie wyłącznie na drodze płciowej.

Półkolisto zgięty zarodek w nasieniu *Corispermum* rozwija się według typu *Chenopodium* (Souèges 1920; Johansen 1950), a bielmo według typu jądrowego.

Należy podkreślić, że wymienione gatunki pod względem embriologicznym dotychczas nie były badane.

Porównanie cech morfologiczno-anatomicznych badanego materiału, wykazuje występowanie zawsze pewnych stałych różnic np: w szerokości i długości liści, kształcie i wielkości przysadek, kłosek i morfologii owoców. Cechy te szczególnie ujawniają się u *C. hyssopifolium* i *C. intermedium* (Tab. 4).

Prócz różnic w cechach morfologicznych podanych w tabeli 4, długość komórek szparkowych, średnica ziarn pyłku i długość chromosomów również wyraźnie różni się u poszczególnych gatunków.

Z analizy przedstawionych w niniejszej pracy badań można wnioskować, że pogląd systematyków polskich, stojących na stanowisku odrębności gatunkowej *C. hyssopifolium* i *C. intermedium* jest słuszny i uzasadniony.

V. STRESZCZENIE

1. *Corispermum hyssopifolium* L., *C. nitidum* Kit., *C. intermedium* Schweig. i *C. marschallii* Fenzl. pochodzące ze stanowisk północno-zachodniej Polski i okolic Olsztyna są gatunkami diploidalnymi o liczbach $n = 9$ i $2n = 18$ chromosomów.

2. W metafazie somatycznej stwierdzono u *C. hyssopifolium* dwie pary, a u *C. intermedium* jedną parę chromosomów nierównoramiennych z trabantami (rys. 1, 3).

3. Tapetum jest typu sekrecyjnego. Komórki warstwy tapetum zawierają dwa diploidalne jądra powstałe w wyniku podziału mitotycznego z zahamowaniem cytokinezy (rys. 17—21).

4. U *C. intermedium* w stadium metafazy pierwszego podziału mejotycznego część biwalentów ma chiazmy pojedyncze o niecałkowitej terminalizacji, pozostałe posiadają po dwie terminalne chiazmy (rys. 13—16). Wynika z tego, że biwalenty *C. intermedium* mają wyższą liczbę chiazm i większy stopień terminalizacji niż *C. hyssopifolium*, *C. nitidum* i *C. marschallii*.

5. Mejoza u badanych roślin ma przebieg normalny i nie obserwowano zdegenerowanych ziarn pyłku (rys. 22—34).

6. Archespor u rodzaju *Corispermum* jest jednokomórkowy (rys. 35); woreczek zalążkowy ośmiojądrowy typu monosporycznego (rys. 40—41).

7. Rozwój zarodka następuje według typu *Chenopodium*, a bielma według typu jądrowego (rys. 44—45).

8. Analiza cech anatomiczno-morfologicznych, jak i kariologiczno-embriologicznych wskazuje na niezależność gatunkową *C. hyssopifolium* i *C. intermedium*.

Kierownikowi Katedry Genetyki WSR w Olsztynie, Panu doc. dr habil. Karolowi Bijokowi składam najserdeczniejsze podziękowanie za temat pracy, cenne rady i wielostronną pomoc w czasie prowadzenia badań.

Katedra Botaniki

Wyższej szkoły Rolniczej w Olsztynie

(Wpłynęło dn. 28.11.1969 r.)

SUMMARY

1. *Corispermum hyssopifolium* L., *C. nitidum* Kit., *C. intermedium* Schweig. and *C. marschallii* Fenzl. that occur in north-western Poland and in Olsztyn region are diploid species with the chromosome number of $n = 9$ and $2n = 18$ (Table 1, Figs. 1—16). These numbers have been confirmed for *C. hyssopifolium* from the stands in Germany and Canada, and for *C. nitidum* from the stands in Hungary (Reese 1952b; Mulligan 1961; Bak say 1958). *C. intermedium* and *C. marschallii* have not been studied karyologically as yet.

2. Somatic complexes of chromosomes of the species under study differ morphologically. There were found two pairs, in *C. hyssopifolium*, and one pair, in *C. intermedium*, of heterobrachial chromosomes with trabants (Figs. 1 and 3).

3. The tapetum is of secretory type. The tapetal cells contain two diploid nuclei that are formed as a result of mitotic division with suppression of cytokinesis (Figs. 17—21).

4. At metaphase of the first meiotic division in *C. intermedium* some of the bivalents have single chiasmata showing incomplete terminalization and some of them have two terminal chiasmata each (Figs. 13—16). Consequently, the bivalents of *C. intermedium* have higher number of chiasmata and show higher degree of terminalization than *C. hyssopifolium*, *C. nitidum* and *C. marschallii*.

5. In all the studied species the course of meiosis is normal and no degenerated pollen grains are found (Figs. 22—34).

6. The archesporium in *Corispermum* is monocellular (Fig. 35); the embryo sac is octonucleate and of monosporic type (Figs. 40 and 41).

7. The embryo development is in accordance with the *Chenopodium* type, whereas endosperm develops as in the nuclear type (Figs. 44 and 45).

8. An analysis of the anatomico-morphological and karyologico-embryological features indicates that *C. hyssopifolium* and *C. intermedium* are separate species.

Thanks and deep gratitude are extended to Dr hab. Karol Bijok, Chairman Department of Genetics, College of Agriculture, Olsztyn, for suggesting the problem and for help, and advice during the course of the study.

College of Agriculture, Olsztyn

Department of Botany.

LITERATURA

- Adamkiewicz E., 1969, Nowe stanowisko *Corispermum nitidum* Kit., *Fragm. Flor. et Geobot.* 15: 73—75.
- Baksay L., 1958, The chromosome numbers of Ponto-Mediterranean plant species, *Ann. Hist.-Nat. Mus. Natl.* 50 (N.S. 9): 121—125.
- Carniel K., 1954, Endomitosen im zellulär-einkernigen Tapetum., *Österr. bot. Zeitschr.* 101: 435—436.
- Darlington C. D., Wylie A. P., 1955, *Chromosome Atlas of Flowering Plants*, Londyn, 76.
- Ehrendorfer F., 1967, *Liste der Gefäßpflanzen Mitteleuropas*. Graz, Verlag Notring der wissenschaftlichen Verbände Österreichs.
- Flora SSSR., 1936, 6, Izd. A.N. SSSR. Moskwa—Leningrad, 135—158.
- Hegi G., 1912, *Illustrierte Flora von Mittel-Europa*, Bd. 3, München, 251—254.
- Johansen D. A., 1950, *Plant Embryology, Embryogeny of the spermatophyta*. Waltham, Mass., U.S.A. 24: 160—163.
- Klokov M. V., 1960, O dneprowskich i nekatorych drugich widach roda *Corispermum* L., *Bot. Materialy Gerbarija Bot. Inst. im. V. L. Komarowa Akad. Nauk SSSR*, 20: 88—136, Moskwa—Leningrad.
- Kryłow P., 1909, Flora Altaja i Tomskoj Gubernii, 5: 1089—1252. *Izwiestija Imperatorskowo Tomskowo Uniwersiteta*, 35.
- Lewitsky G. A., 1931, The morphology of Chromosomes, *Bull. of Applied Bot. of Genetics and Plant Breeding* 27: 19—173.
- Löve A. and Löve D., 1961, Chromosome numbers of Central North—west European plant species. *Opera Botanica* 5, Lund.
- Maheshwari P., 1950, *An introduction to the embryology of angiosperms*, New York, 54—83.
- Meusel H., Jäger E., Weinert E., 1965, *Vergleichende Chorologie der Zentral-europäischen Flora*, Gustav Fischer Verlag, Jena.
- Mulligan G. A., 1961, Chromosome numbers of Canadian weeds., III. *Canadian Journal of Botany* 35(5): 1057—1066.
- Reese G., 1952b, Ergänzende Mitteilungen über die Chromosomenzahlen mitteleuropäischer Gefäßpflanzen. I., *Ber. Deutsch. Bot. Ges.* 64: 241—256.
- Rothmaler W., 1966, *Exkursionsflora von Deutschland 4. Kritischer Ergänzungsband Gefäßpflanzen*, Berlin.
- Schnarf K., 1929, *Embryologie der Angiospermen*, *Handb. d. Pflanzennat.*, 10, Berlin.
- Schnarf K., 1931, *Vergleichende Embryologie der Angiospermen*. Berlin.
- Szafer Wł., Kulczyński St., Pawłowski B., 1924, *Rośliny Polskie*, Warszawa—Lwów.
- Szafer Wł., Kulczyński St., Pawłowski B., 1953, *Rośliny Polskie*, Warszawa.
- Szymkiewicz D., 1921, *Flora Polska*, 2: 115—117.
- Souèges R., 1920, Embryogenie des *Chenopodiacees*. Developpement de l'embryon chez le *Chenopodium bonus-henricus* L., *C. R. Acad. Sci. Paris*, 170: 467—469.
- Turała K., 1958, Endomitoza w komórkach tapetum *Cucurbita pepo* L., *Acta Biol. Crac.* 1: 25—34.
- Turała K., 1963, Badania nad endomitozą w tapetum pylników *Cucurbitaceae.*, *Acta Biol. Crac.* 6: 87—102.
- Witkus E. R., 1945, Endomitotic tapetal cell division in *Spinacia*, *Amer. Jour. of Bot.* 32: 326—330.