Dalsze badania nad kleistogamją.

II. *Cardamine chenopodifolia* Pers.

(Continuation des recherches sur la cléistogamie.

II. *Cardamine chenopodifolia* Pers).

(Tablice XX i XXI).

Napisał

TADEUSZ GORCZYŃSKI.

W pracy mej o kwiatach kleistogamicznych (1929) podałem wzmiankę o *Cardamine chenopodifolia* Pers., bowiem jest to gatunek niezmiernie ciekawy. Dość szczegółowo opisany przez Grisebach'a (1878), Ludwig'a (1884) i Schultz'a (1903), został podany jako jeden z wielu przykładów „*Anpassungstheorie*“ Goebel'a (1904). Pozatem znalazłem krótki opis kształtów zewnętrznych w *Illustrierte Flora von Mittel Europa* B. IV. Hegi'ego, i nieco o budowie łuszczyn w „*Handbuch der Pflanzenanatomie*“ Linsbauer'a w tomie H. Pfeiffer'a p. t. *Die Pflanzlichen Trennungsgewebe*. Dość szczegółową analizę anatomicznych stosunków łuszczyn i nasion podał Grimbach w pracy swej z 1913 roku.

Charakterystyczną cechą *Cardamine chenopodifolia* jest zdolność wytwarzania dwojakiemu rodzaju pędów kwiatowych: pierwsze normalnie rosnące nadziemne i drugie zmodyfikowane wrastające w ziemię. Na wymienionych pędach rozwijają się zupełnie różne kwiaty i owoce. Celem niniejszej pracy było zbadanie zjawisk związanych z kleistogamją, a uwytatniających się przedewszystkiem w swoistym rozwoju organów kwiatowych i owocu.

Obserwacje rozpocząłem wiosną 1929 roku, wysiewając w doniczkach nasiona, otrzymane z Ogródu Botanicznego Uniw. Warszawskiego. Wykiełkowało dwanaście małych roślinek, które rozwijały się bardzo dobrze w hodowli doniczkowej w szklarni o temp. $\pm 18^{\circ}$ C.

Przebieg niektórych zjawisk mogłem obserwować na materiale żywym. Jako utrwalacza używałem nieco zmodyfikowanego płynu Flemming'a, dodając do normalnej mieszaniny kwasu osmowego, kwasu chromowego, kwasu octowego i wody w znanych proporcjach, małą ilość mocznika. Wyniki takiego utrwalania dla mego materiału są dobre. Całe kwiatki zatapiało się w parafinie o topliwości $\pm 51-52^{\circ}\text{C}$ i krajano na mikrotomie skrawki grubości $7\text{ }\mu$. Preparaty były barwione safraniną z zielenią jasną.

Po wytworzeniu pierwszych liści ukazały się na młodej roślinie utwory wyglądem swoim przypominające rozłogi. Były to pędy kwiatowe, które już w bardzo wczesnych stadiach rozwojowych wierzchołkiem zaginały się do ziemi, wykazując wyraźny geotropizm dodatni (Grimbach 1913). Wiedząc o tem, iż rozwój kwiatów na pędach rzeczonych odbywać się będzie pod ziemią, na dwóch doniczkach okryłem ziemię sztywnym papierem zmuszając kwiatki do wzrostu poziomego. Zmieniało to warunki bytowania rosnącego pędu, jednakże pozwalało obserwować bez naruszenia rośliny zmiany, jakie w trakcie rozwoju zachodziły. Wytwarzanie pędów podziemnych odbywało się w ciągu całego okresu rozwojowego, wbrew opinii Goebel'a (1904).

W późniejszych okresach życia rośliny wykształcają się normalne pędy nadziemne. Wytworzone na nich kwiaty budową swoją przypominają normalne stosunki panujące u *Cruciferae*, a mianowicie mamy tu: cztery działki kielicha, cztery bardzo małe płatki korony, sześć pręcików i słupek. Ilość wytworzonych kwiatów na pędach nadziemnych była bardzo wielka, mimo tego nie zaobserwowałem ani jednego wypadku otwierania się, co, przy normalnym wykształceniu się owocu, wskazuje, iż mamy do czynienia z typowym przykładem kleistogamji. Na pędach podziemnych wykształcają się kwiaty niezmiernie zredukowane. Trudno jest nawet wyróżnić miejsce na stożku szypułki kwiatowej, gdzie pączek występuje, gdyż wielkość kwiatu w stanie dojrzałym nie przekracza $0,5\text{ mm}$. Jednakże i z tego rodzaju kwiatów powstają owoce i nasiona drogą samozapylenia. Jest to więc drugi typ kwiatów kleistogamicznych u tej samej rośliny.

Zjawiska redukcji ogólnej w stosunku do kwiatów na pędach podziemnych są tu bardzo silnie zaznaczone. Działki są zmienione i zmniejszone, płatków wcale niema, pręciki są, jednakże ich liczba i sposób wykształcenia pylników jest wielce zmodyfikowany. Zalążnia zredukowana jest proporcjonalnie do całości. Owoc wytwarza się bardzo mały.

Opis szczegółowy.

A. Kwiaty kleistogamiczne pędów nadziemnych.

Istotną i jedyną okrywą organów kwiatowych są tu działki wykształcone w liczbie czterech. Zakładają się one na siebie klapowato, wytwarzając zamkniętą przestrzeń. Panują tu więc stosunki nieco inne niż np. u *Oxalis*, czy *Lamium amplexicaule*, gdzie okrywę tworzy przede wszystkim korona. U *Cardamine chenopodifolia* płatki w postaci drobnych języczkowych wyrostków, z trudnością dają się wypreparować, nie dorastając nawet do wysokości znamienia. Pręcików zawsze spotykałem normalną liczbę, aczkolwiek pylniki nie zawsze jednakowo się wykształcały. Układ pylników jest bardzo charakterystyczny i spotykany u wszystkich badanych gatunków, które wykształcają kwiaty kleistogamiczne, różniący się od normalnego tem, iż pylniki ułożone są zawsze w bezpośrednim sąsiedztwie znamienia, wytwarzającego wielkie masy wydłużonych komórek — włosków, które obrastają część graniczącej z nimi ściany pylnikowej. Znamie siedzi bezpośrednio na zalążni, która jest mocno wydłużona i zawiera wiele zalążków. Liczba ich dochodzi do 20, choć często kilka z nich degeneruje. Przekrój podłużny nadziemnego kwiatu kleistogamicznego przedstawia rys. 50 w tekście.

1. Rozwój pylników i ścian pylnikowych.

Dość często zdarzają się wypadki, iż rozwój pylników zostaje zahamowany, jednakże w trakcie prawidłowego przebiegu zjawiska w młodych stadiach rozwojowych zauważymy powstawanie zwyczajnym sposobem (Guerin 1919) czterech warstw, ścian pylnikowych i grupę komórek archesporialnych.

Na ryc. 1 Tab. XX widzimy ułożone równomiernie, powstałe po okresie intensywnych podziałów warstwy pylnikowe: epidermalną, mechaniczną, tranzytoryczną i tapetową.

Archesporium składa się z bardzo niewielu komórek; spotyka się ich najczęściej dwie lub trzy, ułożone szeregiem równoległe do

Rys. 50. Przekrój podłużny kwiatu kleistogamicznego nadziemnego. Pow. ob. 3. ok. 1. $\pm$ 55.

epidermy. Tak niewielką ilość komórek archesporjalnych spotykamy wśród krzyżowych w rodzaju *Clypeola* L. (Jaretsky 1928). Kwestia wytwarzania pylników i ich pierwotna budowa nie przedstawia żadnych odchyśleń od normalnej linii rozwoju. Jednakże dalsze stadja dorzuca garść ciekawych faktów związanych bezpośrednio z zagadnieniem samozapyłania w kwiatach kleistogamicznych.

Epidermis nie ulega zmianom w dalszych etapach rozwojowych, natomiast w. podskórna (warstwa mechaniczna) zachowuje się bardzo różnorodnie. Pokład ten stanowi o istocie mechanizacji ściany pylnikowej i niedorozwój jego ma wielkie znaczenie. Najczęściej obserwujemy u *Cardamine* wypadki wykształcenia samej warstwy, jednakże komórki nie ulegają zróżnicowaniu. Są jednak pylniki, w których warstwa mechaniczna występuje z normalnymi zgrubieniami na błonach komórek. Dzieje się więc podobnie, jak w kwiatach kleistogamicznych u *Lamium* badanych przezemnie (1929). Warstwa tranzytoryczna już w okresie wzrostu komórek archesporjalnych zanika zupełnie. Tapety silnie wzrastają wytwarzając po kilka jąder drogą podziałów karyokinetycznych. Komórki warstwy tapetowej mają charakter elementów wydzielniczych i nie wytwarzają periplasmodium.

W żadnym wypadku nie zauważyłem wytwarzania z degenerującej treści tapet utworów symplastycznych (*Symplasten*), które obserwował Jaretsky (1928) w rodzaju *Lobularia*. W późniejszych stadiach (dojrzewanie pyłku) obserwujemy na terenie warstwy tapetowej wielkie ilości kulek silnie wybarwionych kw. osmowym. Są to prawdopodobnie związki tłuszczowe. Tak przedstawia się schemat budowy ścian pylnikowych. Jednak podczas dojrzewania pyłku powoli komórki rozrastającego się znamienia coraz bardziej otaczają worki pylnikowe. Wtedy widzimy pod wpływem czynników zewnętrznych częściowe zginięcie ścian komór pyłkowych. Proces ten jednak nie jest jedynym, jaki spotykamy u pylników u *Cardamine chenopodifolia*, bowiem wraz z zginięciem od zewnątrz zaczyna się rozpuszczanie tkanek od strony wewnętrznej. Procesom zaniku opierają się bardzo długo tapety — najprędzej zaś zanikają warstwy: tranzytoryczna i mechaniczna (ryc. 10, tabl. XXI). Powyższa degeneracja ścian zachodzi przedewszystkiem od strony tkanki znamienia. Brak jest specjalnego aparatu do pęknięcia i otwierania pylników t. zw. stomium i typowego endothecium (zgrubienia bowiem nabłonne, występujące niekiedy w warstwie podskórnej nie są typowe i znaczenia wielkiego nie mają). Często rozpuszczanie ścian pylnikowych spowodowane jest przerośnięciem łagiewek na znamię podobnie, jak to działo się u *Lamium ampl.* (ryc. 32, str. 260 z pierwszej mojej pracy).

W końcowym wyniku opisywanych procesów otrzymujemy prawie zupełne rozpuszczenie ścian pylnikowych, nie wyłączając tych, które należycie wykształciły warstwę włóknistą (mechaniczną). Jako resztki ścian na przekrojach starszych pylników (ryc. 2, tabl. XX) widzimy całą masę silnie zniekształconych utworów, które strukturą swoją wykazują, iż uległy przemianom nie tylko mechanicznego zgniecenia, ale i rozpuszczenia. Na omawianej rycinie widzimy zdegenerowane ściany komór pyłkowych pozostałych przy dobrze rozwiniętym łączniku. Modyfikacje ścian posunięte są tu jeszcze dalej, niż te, które występują u *Viola*.

Sprawą powstawania pyłku u *Cruciferae* zajmował się już Guignard (1902). Schwarzenbach (1922) i Jaretzky (1928); jednakże ten ostatni zajmował się przede wszystkim kwestją usystematyzowania rodziny drogą badań garniturów i liczb chromosomalnych u poszczególnych rodzajów.

2. Zalążki i owoc powstały z kwiatów nadziemnych.

W młodych stadiach rozwojowych kwiatka zalążnia jest organem w stosunku do innych silnie wydłużonym. *Cardamine chenopodifolia* jak wszystkie *Cruciferae* posiada w zalążni t. zw. fałszywą przegrodę. Po obydwóch jej stronach rozmieszczone są zalążki, których liczba, najwięcej spotykana, jest 15—20. Nasion jednak spotyka się zawsze nieco mniej, gdyż pewna ilość zalążków od strony dna kwiatowego degeneruje.

Zalążek jest typu „*bitegminatae crassinucellatae*“, chociaż dobrze wykształcona jest jedna warstwa ośrodka — druga zaś od strony komórki archesporialnej jest w szczątkowym stanie (ryc. 3, tabl. XX). Rozwój woreczka zalążkowego przebiega drogą normalną, od pojedynczej komórki archesporialnej, poprzez podział redukcyjny do normalnego ośmiojądrowego woreczka zalążkowego, co zresztą dla *Cruciferae* już zauważył Guignard (1902). Łagiewki pyłkowe przenikają ze znamienia do głębi zalążni i przerastają do woreczków zalążkowych przez mikropyle. Komórka jajowa bywa normalnie zapłodniona (ryc. 4, tabl. XX) dając w następstwie zarodek (ryc. 6, tabl. XXI). Zawsze jednak przed podziałami komórki jajowej zaczyna się dzielić jądro wtórne woreczka. Bielmo wytwarza się systemem jądrowym wyścielając regularnie ściany, które stanowi specjalna warstwa tapetowa, charakteryzująca się w stadium woreczka dojrzałego zawartością wielkiej ilości substancji tłuszczowych. Jedynie w miejscu zawieszenia embryonu wytwarza się kieszeń wypełniona całkowicie plazmą i wolnymi jądrami (ryc. 5, tabl. XX). Masa ta dochodzi niekiedy aż do głębszych

stref woreczka, okrywając cały suspensor zarodka. Prawdopodobnie takie nagromadzenie plasmcy odgrywa wielką rolę przy odżywianiu embryona, pełniąc funkcję taką, jaką przy wytwarzaniu bielma sposobem komórkowym pełnią haustoria.

Suspensor jest wielokomórkowy (ryc. 6, tabl. XXI). Ilość komórek wchodzących w skład wieszadełka jest zmienna, dochodzi jednak do ośmiu, rzadko zaś jest ich dwie lub trzy. Dalszy przebieg rozwoju zarodka jest najzupełniej normalny, dając dwa wielkie liścienie i zawiązek korzenia z zupełnie dobrze wykształconymi warstwami tkanek merystematycznych. Bielmo pierwotnie powstałe ulega stopniowo całkowitej resorpcji.

Owocem powstałym z opisywanego kwiatka jest łuszczyzna (rys. 51 w tekście). Wielkość średnia jej jest dość znaczna, dochodzi bowiem do 13 mm długości i zawiera niekiedy 15—17 nasion, których zresztą liczba jest zmienna, bowiem niektóre zawiązki degenerują. Ciekawe są biologiczne właściwości łuszczyzn; przystosowane są one bowiem do gwałtownego pęknięcia i odrzucania nasion. Okrywy łuszczyzny za dotknięciem zwijają się nagle w tutkę (rolkę) i odskakują od przegrody. Wraz z okrywami odpadają i nasiona, siłą pęknięcia odrzucone niekiedy na kilka metrów. Budowa łuszczyzny jest niezmiernie charakterystyczna (rys. 52) ze względu na występującą w jej tkankach warstwę mechaniczną o ciekawych zgrubieniach nabłonnych. O budowie łuszczyzn *Cruciferae* pisał Pfeiffer w swoim tomie „Die Pflanzlichen Trennungsgewebe“ w Handbuchu Linsbauer'a. Sprawą tą zajmowali się też Hannig (1911), Becker (1912), Lebard (1913) i Grimbach (1913), przy czem ten ostatni badał *Cardamine chenopodifolia Pers.*

Anatomicznie przekrój poprzeczny okrywy od zewnątrz posiada tkanki miękkiszowe, poniżej idzie warstwa mechaniczna, od strony zaś wewnętrznej spotykamy warstwę komórek dużych cienkościennych.

Warstwa mechaniczna składa się z komórek silnie wydłużonych, które od zewnętrznej strony mają błony normalne i cienkie błonnikowe od strony wewnętrznej, natomiast błonnikowa część błony jest silnie zgrubiała (ryc. 7, tab. XX), oprócz tego występują z trzech stron (na przekroju poprzecznym) ku środkowi komórki trzy

Rys. 51. Łuszczyzna z kwiatów nadziemnych u *Cardamine chenopodifolia*. Pow. ± 6

zdrewniałe (reakcja: pfloroglucyna z kwasem solnym wykazała nie-
zbicie zdrewnienie zgrubień nabłonnych) nabrzmienia odgrywające
wielką rolę przy wykonywaniu ruchów hygroskopijnych, bowiem to
odskakiwanie okryw związane jest w wielkiej mierze z wilgotnością
powietrza. Oprócz opisanych na uwagę zasługuje warstwa wielkich
komórek wyścielających okrywę od zewnątrz, jednakże występowanie
tego rodzaju wyściółki jest zjawiskiem normalnem dla rodziny krzy-
żowych.

Rys. 52. Przekrój poprzeczny okrywy z łuszczyzny kwiatu nadziemnego.
Pow. ob. 7. ok. 1. $\pm$ 310

B. Kwiaty kleistogamiczne na pędach podziemnych.

Kwiaty *Cardamine chenopodifolia* wytworzone na pędach pod-
ziemnych są mocno zredukowane (rys. 53). Jedyne organami ochron-
nymi i okrywającymi są działki zredukowanego kielicha. Drobne
działki zupełnie szczelnie zamykają cały pączek. Aparatura zamknięcia
jest tu bardziej zróżnicowana, niż to było w kwiatach nadziemnych,
albowiem stykające się ze sobą płaszczyzny wytwarzają wyrosty
błony i kutikuli nawzajem odpowiadające lukom (ryc. 9, tab. XXI),
przez co zostaje uniemożliwione wolne rozsuwanie się zamykających
płatków.

Przy wzrastaniu załężni następuje częściowe rozejście się (tam
gdzie działki były luźniej spojone), częściowe zaś rozerwanie kielicha.
Płatków korony, zgodnie z danymi Goebel'a, nie mogłem się do-

patrzeć. Pylniki są mocno zahamowane w rozwoju, komory pyłkowe są bardzo małe z niezmiernie niską ilością komórek archesporium. Tego rodzaju anomalje znajdujemy opisane w pracy Goebel'a, (1904). Wszystkie organy kwiatowe muszą się pomieścić w bardzo małej przestrzeni — są też odpowiednio zmniejszone. Załącznia np. posiada minimum załączków (1, 2, 3), w wypadku większej liczby załączki degenerują. Układ organów rozrodczych w kwiatach podziemnych jest poniekąd podobny do takiego układu w kwiatach nadziemnych, to zn. pylniki umieszczone są pod wachlarzowatego (na przekroju podłużnym) kształtu znamieniem, którego komórki przewodzące rozrastając się parasolowato otulają pylniki (rys. 53). Ta niebywała tendencja do zbliżania organów rozrodczych jest bardzo charakterystyczna dla wszystkich kwiatów kleistogamicznych.

1. Rozwój ścian pylnikowych.

W pierwszych zaobserwowanych przezemnie momentach rozwojowych pylnika zauważyłem normalny układ warstw komórkowych w budowie ścian, różnice bowiem występują dopiero w stadiach późniejszych. Warstwa podskórna nigdy nie wykształca normalnych komórek zmechanizowanych, przez wytworzenie listewek nabłonnych, podobnie jak tkanka tranzytoryczna, która jednak degeneruje daleko wcześniej. Zjawiska związane z wytwarzaniem i działalnością tapet są zupełnie podobne do uprzednio opisanych. Warstwa archesporialna składa się dość często z pojedynczej komórki, a dobrze wykształconych komórek macierzystych pyłku w stadium podziału redukcyjnego obserwowałem też bardzo niewiele. W tej pracy jednakże nie będę uwzględniał procesów związanych z rozwojem pyłku i sprawami kielkowania. Całe ściany przechodzą momenty zgniatania i rozpuszczania w bardzo jaskrawej formie. Mimo, iż miejsca w zamkniętym kwiatku jest niewiele, zdolność rozwoju pewnych tkanek jest bardzo silna. Charakterystyczne jest to zjawisko przede wszystkim dla komórek zewnętrznych znamienia, które zarastają każde wolne miejsce, powodując zgniatanie tkanek o niewątpliwie słabszym turgorze. Mam na myśli ryć. 11, tab. XXI, na której pylnik jest z jednej strony przyciśnięty do okrywających działek, z drugiej zaś zgniatany przez rozrastające się znamię. Jednak przestrzeń komory nie zmniejsza się, tylko ściany najwyraźniej ulegają coraz to większemu spłaszczeniu. Z wiekiem pylnika proces ten posuwa się stale naprzód, powodując dalszy ciąg degeneracji ścian (ryć 10, tab. XXI). Zgniatanie ścian pylnikowych jest związane w pewnej mierze z rozpuszczaniem po-

szczególne warstwy komórkowych, jednakże procesy powyższe zachodzą jedynie od strony znamienia, mimo, iż od zewnątrz ściany też są narażone na działanie podobnych czynników mechanicznych, bo czynniki powodujące resorbcję komórek w obydwu wypadkach idą od strony komory pyłkowej, poczynając od wczesnych stadiów rozwojowych. Wskazują na powyższe obrazy kolejności niszczenia warstw w stosunku do okresów rozwojowych kwiatu. Jako początek degeneracji należy uważać czas dojrzewania ziarn pyłkowych. Już po wytworzeniu komórki generatywnej (ryc. 10, tab. XXI) najczęściej wewnętrzne warstwy ścian pylników ulegają destrukcji. Czynnikiem rozkładowym najdłużej opierają się tapety (ryc. 10, tab. XXI i ryc. 11, tab. XXI), mimo, iż do degeneracji są one zgóry predestynowane. W niektórych wypadkach tkanka pylnika od strony znamienia ulega całkowitemu zniszczeniu (ryc. 12, tab. XXI). Wtedy to włoski znamienia (papilles stigmatique) o gruczołowatym wyglądzie wdzierają się na terytorjum pylnika, tak iż w niektórych momentach trudno jest wyróżnić tkanki, jakgdyby pozrastane, tych dwu tak różnych organów kwiatowych. Otrzymujemy w rezultacie pyłek w komorze, a zarazem na znamieniu. W ten sposób natura pogodziła sprawę wykształcania ścian ze sprawą prze-rostu łagiewek przez nią, dając pyłkom największe szanse do wykiełkowania i spełnienia roli, do jakiej zostały przeznaczone. Przechodząc tedy do porównawczego omówienia całego zjawiska wśród kwiatów kleistogamicznych, dochodzimy do wniosku, iż posiadają one w budowie pylników całą skalę przejść charakterystycznych dla poszczególnych gatunków, od wytworzenia warstw normalnych poprzez cały szereg modyfikacji (Staedtler 1923), do całkowitej degeneracji.

Rys. 53. Przekrój podłużny kwiatka podziemnego. Pow. ob. 7. ok. 1. $\pm$ 55.

2. Zalążki i owoce kwiatów podziemnych.

Sprawy rozwoju zalążków przedstawiają się podobnie do typu poprzednio opisanych. Komórka archesporialna występuje zawsze w liczbie pojedynczej. Po podziale redukcyjnym powstają cztery megaspory, z tych trzy mikropylarne degenerują, a z chalazalnej wytwarza się ośmiojądrowy woreczek zalążkowy. Charakter komórki jajowej, synergid i innych składowych woreczka jest zupełnie normalny. Następuje potem zapłodnienie i z powstałego jaja wytwarza

się zarodek, co jest zgodne z badaniami Margaret (1929) nad *Viola* i mojemi na *Oxalis*, *Viola* i *Lamium*. Bielmo powstaje jak w kwiatach nadziemnych systemem jądrowym. Niekiedy zdarza się, iż zarodek nie wykształca tak dużego suspensora jak to było opisane, ale wytworzywszy dwie, trzy komórki, dalej rozwija się zupełnie normalnie. Nasienie z zewnątrz niczem nie różni się od takowego z owoców nadziemnych (takiej różnicy w wielkości, jaką podaje Grimbach, dostrzec się na moich obiektach nie mogłem).

Na rys. 54, mamy przedstawiony owoc z kwiatu podziemnego, którego wielkość jest kilkakrotnie mniejsza od poprzedniego i kształt zawsze nieregularny. Łuszczyzna zawiera 1—2 nasion. Owoc rzeczony zawiązuje się pod samą ziemią, ale w trakcie rozwoju szypułka nie traci zdolności wzrostu tak, że dojrzałe trzeba wykopywać z głębokości kilku centymetrów, to jest z stosunkowo głębszych warstw w doniczce.

Rys. 54. Owoc kwiatu podziemnego. Pow. ± 6 razy.

Ciekawem jest zjawiskiem to, iż łuszczyzny tkwiące w ziemi nie posiadają chloroplastów, natomiast w komórkach okryw znajdujemy mnóstwo ziarn skrobi (ryc. 14, tabl. XXI) ułożonych często na podobieństwo skrobi statolitowej w młodych korzeniach. Łuszczyzny zmodyfikowanych kwiatów, które dzięki osłonięciu ziemi papierem, nie mogły do niej wrosnąć a wykazywały stosunki zupełnie normalne, (co do obecności chloroplastów) t. j. takie, jakie znajdujemy u łuszczyzn z pędów nadziemnych. Morfologia zewnętrzna wykazała wielkie różnice w kształcie obydwu rodzajów owoców (porównaj rys. 51, ryc. 54), nie mniej ciekawie przedstawiają się stosunki anatomiczne (porównaj praca Grimbach'a 1913).

Jeśli będziemy rozpatrywali budowę ściany owocu normalnego, (rys. 52) to zauważymy od zewnątrz epidermę, następnie tkankę miękiszową z nieregularnych komórek tworzących przestrzenie międzykomórkowe, potem miękisz zwarty, dalej zaś warstwę mechaniczną specjalną i wielkokomórkową, wyścielającą wewnątrz łuszczyzny.

Przekroje łuszczyzny (ryc. 14, tabl. XXI i rys. 55), z kwiatu podziemnego nie wykazują takiego zróżnicowania w budowie anatomicznej; mianowicie na przekroju młodszej łuszczyzny mamy pod epidermą jednolity miękisz, aż do warstwy włóknistej, poza nią zaś wielkie komórki wyścielające, zresztą zupełnie do poprzednich podobne. Najbardziej rzucającą różnicę można zauważyć w budowie warstwy mechanicznej (ryc. 7, tabl. XXI i rys. 55). Przedstawia się ona jako jedno- lub dwuwarstwowy pokład komórek o błonach jednolicie

zgrubiałych i zdrewniałych. Nieregularność ułożenia i jednolite zgrubienia nabłonne mogą świadczyć, iż warstwa powyższa nie będzie służyć do otwierania łuszczyń. Jednakże wykształcenie pewnego pokładu mechanicznego ma wielkie znaczenie ochronne, przede wszystkim przed zgnieceniem, tem też tłumaczyć można nie zanik zupełny, lecz całkowitą zmianę w budowie warstwy mechanicznej łuszczyzny. Na wzmiankę zasługują też charakterystyczne cechy t. zw. fałszywej przegrody. Otóż w owocach nadziemnych przegroda wykształca się normalnie (ryc. 8, tabl. XXI). W owocach zaś podziemnych ulega wielkiej redukcji. Najczęściej można ją obserwować

Rys. 55. Przekrój poprzeczny okrywy z łuszczyzny owocu podziemnego.
Pow. ob. 7. ok. 1. ± 310 .

na przekrojach jako delikatną błonkę dwuwarstwową w pośrodku (ryc. 13, tabl. XXI), zdarzają się jednak owoce, gdzie tylko po brzegach są resztki fałszywej przegrody, natomiast w centralnej części nie wykształca się ona wcale.

Praca niniejsza rozpoczęta pod kierunkiem p. Profesora Zygmunta Wóycickiego w Zakł. Botaniki Ogólnej U. W. kontynuowana była w Zakł. Botanicznym S. G. G. W. Panu Prof. Sewerynowi Dziubałtowskiemu serdecznie dziękuję za niezmiernie życzliwe ustosunkowanie się do mych badań, co znakomicie ułatwiło ich przeprowadzenie.

Z Zakładu Bot. Og. U. W. i Zakł. Bot. S. G. G. W.

Zastrzegając się wyraźnie, że praca niniejsza stanowi tylko część rezultatów mych badań nad *Cardamine chenopodifolia* streszczam jej wyniki jak następuje:

1. *Cardamine chenopodifolia Pers.* wykształca dwa rodzaje kwiatów kleistogamicznych: a) nadziemne, b) podziemne. Z pierwszych powstają łuszczyzny duże, z drugich zaś małe, zredukowane.

2. Działki kwiatów podziemnych wytwarzają specjalne zróżnicowanie błon komórek epidermalnych dla uszczelnienia i umocnienia zamknięcia.

3. U obydwu rodzajów kwiatów w młodszych stadiach występuje normalna budowa ścian pylnikowych. W stadiach późniejszych można obserwować: a) w pylnikach kwiatów nadziemnych najczęściej niedorozwój endothecium, a podczas dojrzewania i kielkowania pyłku, miejscowe wyrodnienie ścian pylnikowych; b) w pylnikach kwiatów podziemnych występuje z reguły niedorozwój warstwy mechanicznej pylników, w późniejszych okresach zginięcie i degeneracja ścian a nawet całkowita resorpcja od strony znamienia. Procesy te zachodzą jednak przed kielkowaniem pyłku.

4. Woreczek zalążkowy w obydwu omawianych wypadkach jest ośmiojądrowy (powstały normalnie), komórka jajowa zostaje zapłodniona przez elementy generatywne łagiewki pyłkowej.

5. Zarodek rozwija się z zapłodnionego jaja wytwarzając wielokomórkowy suspensor (liczba komórek wieszadełka dochodzi do 8).

6. Bielmo wytwarza się systemem jądrowym, gromadząc w miejscu zawieszenia zarodka masy plazmy i wolnych jąder.

7. Nasiona są podobne u obydwu form kwiatowych.

8. Owoce kwiatów nad- i podziemnych są różne: 1. kwiaty nadziemne wykształcają łuszczyzny zawierające dużo nasion (10—18), 2. kwiaty podziemne dają natomiast łuszczyzny o 1 lub 2 nasionkach.

9. Budowa anatomiczna dużych łuszczyzn charakteryzuje się posiadaniem jednej warstwy mechanicznej o zgrubiałych i zdrewniałych tylko od strony wewnętrznej błonach, gdy tymczasem łuszczyzny małe mają pokład mechaniczny kilkuwarstwowy, złożony z elementów o charakterze normalnych włókien sklerenchymatycznych.

Opis tablic (XX i XXI).

Ryciny były robione pod różnymi powiększeniami. Posługiwałem się jednak często obiektywem t. zw. apochromatem 2 mm, oraz ob. 7 i 3 Reichert'a, tudzież okularami l. IV; comp. 6 i 18 tejże firmy. Używałem także Reichert'a aparatu rysunkowego.

Cardamine chenopodifolia Pers.

Tablica XX. Kwiaty nadziemne.

- Ryć. 1. Poprzeczny przekrój młodego pylnika z okresu komórki archesporialnej; powiększenie ob. apochr. 2 mm ok. 18 comp. Reich. $\pm$ 2550.
- Ryć. 2. Poprzeczny przekrój pylnika z resztkami rozpuszczonych ścian komór pyłkowych i wrastającym znamieniem; Powiększenie ob. 7. ok. 1. Reich. $\pm$ 310.
- Ryć. 3. Młody zalążek w stadium komórki archesporialnej na przekroju podłużnym; Powiększenie apochrom 2 mm. ok. 6. comp. Reich. $\pm$ 900.
- Ryć. 4. Moment zapłodnienia komórki jajowej; Powiększenie apochr. 2 mm. ok. 6 comp. $\pm$ 900.
- Ryć. 5. Mikropylarna część woreczka wypełniona plazmą i jądrami; Pow. ob. 7. ok. 1 $\pm$ 310.
- Ryć. 6. Młody embrjon z 6-cio jądrowym suspensorem; Pow. ob. 7. ok. 1 $\pm$ 310.
- Ryć. 7. Warstwa mechaniczna w budowie okrywy owocu; Powiększenie apochr. 2 mm. ok. 18. comp. $\pm$ 2550.
- Ryć. 8. Przekrój podłużny fałszywej przegrody w łuszczyźnie; Powiększenie ob. 7. ok. 4 $\pm$ 590.

Tablica XXI. Kwiaty podziemne.

- Ryć. 9. Mechanizm zamknięcia działek kielicha kwiatka podziemnego; Pow. apochr. 2 mm. ok. 18. comp. $\pm$ 2550.
- Ryć. 10. Zanik warstwy tranzytorycznej i mechanicznej w ścianie pylnika; Pow. apochr. 2 mm. ok. 18. comp. $\pm$ 2550.
- Ryć. 11. Rozrost znamienia i zgniatanie ścian komór pyłkowych; Pow. apochr. 2 mm. ok. 18. comp. $\pm$ 2550.
- Ryć. 12. Wrastanie tkanki znamienia do komory pylnikowej; Pow. apochr. 2 mm. ok. 18. comp. $\pm$ 2550.
- Ryć. 13. Przekrój podłużny fałszywej przegrody; Pow. ob. 7. ok. 1 $\pm$ 310.
- Ryć. 14. Przekrój poprzeczny (nieco skośny) okrywy łuszczyzny w młodszym stadium; Pow. ob. 7. ok. 1 $\pm$ 310.

Spis literatury.

- Becker, H. 1912. Beihefte Z. Bot. Zentralbl. B. 28.
- Goebel, K. 1904. Biol. Zentralblatt. B. XXIV. H. 12, 22, 23, 24.
- Gorczyński, T. 1929. Acta Soc. Bot. Pol. Vol. 6. Nr. 3.
- Guerin, P. 1919. Compt. Rendus de l'acad. Sciences. Paris. T. 168.
- Grimbach, P. 1913. Englers Bot. Jahrb. B. 51. Beiblatt. 113.
- Grisebach, A. 1878. Bot. Zeit. B. 36.
- Guignard, L. 1902. Jour. d. Bot. p. 361—368.
- Haberlandt, G. 1924. Physiologische Pflanzenanatomie p. 513.
- Hannig, E. 1901. Bot. Zeit. B. 59.
- Hegi, G. Flora von Mittel — Europa. B. 5.
- Jaretsky, R. 1928. Jahrb. f. wiss. Bot. B. LXVIII. H. 1.
- Lebard, P. Revue générale de Botanique 1913.
- Leclerc du Sablon, M. 1900. Rév. Gén. d. Bot. T. 12.
- Ludwig, F. 1884. Verh. Bot. Ver. Prov. Brandenb. XXVI.
- Margaret, A. P. Magde. 1929. Annals of Botany. Vol. XLIII. Nr. CLXXI.

Pfeiffer, H. 1928. Die Pflanzlichen Trennungsgewebe. Handbuch der Pflanzen-anatomie Linsbauer'a.

Schulz, O. 1903. Englers Jahrb. B. 32. H. 4.

Schwarzenbach, F. 1922. Flora. B. 115.

Staedtler, G. 1923. Flora od allg. Bot. Zeitung. B. 16.

Wóycicki, Z. 1919. Rozpr. Wydz. Mat. Przyrod. Pol. Ak. Um. w Krakowie. Ser. B. T. LIX.

Résumé.

Cardamine chenopodifolia Pers. donne deux sortes de fleurs cléistogames: les unes donnent naissance aux tiges aériennes et les autres aux tiges souterraines. Les fruits provenant des fleurs de chacune des espèces sus — nommées sont siliques sauf que les fruits souterrains sont petits et réduits. Les sépales des fleurs souterraines réduites, constituent la différenciation de la membrane des cellules épidermiques afin d'ajuster et de fortifier la fermeture. Chez ces deux sortes de fleurs dans leurs jeunes stades de développement apparaît la structure normale des parois polliniques. Dans les stades postérieurs on peut observer: a) dans les anthères des fleurs aériennes: 1) le façonnement, 2) l'arrêt du développement de l'endothécium, et pendant la maturation et la germination des grains de pollen chez les deux sortes de fleurs susnommées apparaît la disparition locale des parois des anthères; b) dans les anthères des fleurs souterraines apparaît régulièrement l'arrêt du développement de l'assise mécanique des anthères et dans les stades postérieurs le pressage et la dégénérescence des parois et même la résorption totale du côté du stigmate. Ces processus se passent cependant avant la germination des grains de pollen. Les couches nourricières ne forment ni symplastes, ni périplasmodium; elles constituent des éléments sécréteurs et dégèrent in situ. Le sac embryonnaire dans les deux cas cités est composé de huit noyaux (formes normales). L'oosphère est fécondée par les éléments génératifs du tube pollinique. L'embryon se développe de l'oeuf fécondé et forme un suspenseur, composé de plusieurs cellules (le nombre de cellules du suspenseur s'élève jusqu'à huit). L'albumen se forme par un procédé nucléaire en se massant dans le lieu de la suspension de la masse du protoplasme et des noyaux libres. Les graines chez ces deux sortes de fleurs se ressemblent beaucoup, tandis qu'en ce qui concerne la structure des fruits on observe des différences considérables.

Les siliques des fleurs aériennes contiennent beaucoup de graines de semence (de 10 à 18), tandis que les fruits souterrains n'en ont qu'un ou deux. La structure anatomique de grandes siliques se

distingue par la contenance d'une seule assise mécanique aux membranes épaissies, lignifiées uniquement du côté interne. Celles assises font rompre les fruits, tandis, qu'au contraire, de petites siliques ont l'assise mécanique irrégulière et composée de plusieurs couches composées d'éléments caractéristiques pour les fibres sclerenchimatiques, dont les membranes ont des épaississements tout à fait différents de ceux, qui viennent d'être mentionnés ci-dessus et elles ne servent qu'à protéger le fruit contre des endommagements extérieurs.

Institut de Botanique Générale de l'Université de Varsovie et
l'Institut de Botanique de l'Ecole Supérieure d'Agriculture à Varsovie.