

JOLANTA KOSZTEYN

EPISTEMOLOGICZNA ANALIZA ODKRYCIA BIOLOGICZNO-EKOLOGICZNEGO: CASUS SPRENGLA I DAUMANNA

Opublikowano w: *PHILOSOPHIA RATIONIS MAGISTRA VITAE*, T. II.,
pod redakcją J. Bremer SJ i R. Janusza SJ, Ignatianum – WAM, Kraków 2005, pp. 205-233.

Wstęp

W naukach przyrodniczo-technicznych naukowcy mają do czynienia z trzema „światami”: „światem mineralnym”, w którym występuje jedynie *dynamika mineralna* (fizyczno-chemiczna), „światem biologicznym” czyli istot żywych o *dynamice biologicznej*¹, oraz „światem człowieka”, któremu właściwa jest *dynamika biologiczno-intelektualna*.

„Świat mineralny” to skały, atmosfera, rzeki, oceany, układ słoneczny, galaktyki, czyli to, co w potocznym rozumieniu zawiera się w takich terminach, jak „materia”, „materiał”, „energia”.

„Świat biologiczny”, to rośliny, zwierzęta, grzyby, bakterie czyli to, co w potocznym rozumieniu zawiera się w pojęciu „pozaludzkie istoty żywe”.

„Świat człowieka”, to zarówno jego *dynamika biologiczna*, jak również *dynamika intelektualna*, której rezultatem jest m.in. nauka, technika, kultura, sztuka, wartości etyczne, religia.

Człowiek nie rodzi się z wrodzoną znajomością tych „światów”. Każdy z nich wymaga zbadania, poznania.

Nie ulega wątpliwości, że w „świecie człowieka”, element *orientacji w rzeczywistości* ma istotne znaczenie dla różnorodnych ludzkich poczyną. *Orientacja* jest dynamiką, która występuje także w „świecie biologicznym”². Wydaje się, że analiza przedmiotu badań biologicznych, z jednej strony, oraz analiza warsztatu poznawczego biologa, z drugiej strony, może się przyczynić do precyzacji pojęć związanych z *wyjątkowymi* – niespotykanymi u innych istot żywych – możliwościami poznawczymi, manipulacyjnymi i twórczymi człowieka.

¹ „Dynamika biologiczna” – tak, jak jest ona tutaj rozumiana – obejmuje dynamikę rozwojową, fizjologiczną, behawioralną oraz (w przypadku niektórych istot żywych) dynamikę psychiczną.

² Podstawowe znaczenie terminu „orientacja” patrz Lenartowicz, Koszteyn 2000/170-172.

W historii ludzkości dostrzegamy wielką liczbę niekontrowersyjnych tryumfów człowieka na polu zdobywania orientacji w rzeczywistości przyrodniczej. Mizerski (2003/471-480) – na przykład – podaje listę około dwustu najważniejszych wydarzeń w historii badań biologicznych. Na tej liście znajdują się między innymi takie osiągnięcia, jak: teoria rozwoju organizmu (Arystoteles, połowa IV w. p.Ch.), opis krążenia krwi razem z hipotezą istnienia naczyń włosowatych (Harvey, 1628), przezwyciężenie teorii preformacji (Wolff, 1759), zrozumienie roli owadów w zapyłaniu roślin (Sprengel, 1793), niezbędność chlorofilu do fotosyntezy (Dutrochet, 1837), udowodnienie polipeptydowej natury białek (Fischer, 1902), koncepcja „skaczących genów” (McClintock, 1947), helikalny model budowy DNA (Crick, Watson 1953-54), złamanie kodu genetycznego (Nierenberg, Holley, Khorana, 1966), odkrycie mechanizmu działania niektórych enzymów (Boyer, Walker i Skou, 1997).

Każde z tych odkryć dotyczyło innego przedmiotu badań i wymagało zastosowania nieco innego zestawu zabiegów poznawczych. Innymi słowy, z bogatego repertuaru intelektualno-manipulacyjnych możliwości człowieka, wykorzystywany był *ograniczony*, choć *ściśle określony*, zespół form poznawania rzeczywistości.

To ostatnie stwierdzenie jest bardzo ważne. Oznacza ono, że „logika” postępowania poznawczego nie jest dowolna, ale *przyporządkowana* stopniowo odkrywanej „logice” badanego przedmiotu. A skoro *konkretny* przedmiot badań ma swoje ograniczenia, to wysiłki, zmierzające do jego poznania i zrozumienia, nie ujawniają wszystkich możliwości intelektu ludzkiego. Zatem refleksja epistemologiczna nad *konkretnym* procesem badawczym, nie może być podstawą do tworzenia jakiegoś generalnego schematu dynamiki poznawania naukowego.

Niemniej jednak, każda droga prowadząca do tzw. odkrycia naukowego, daje wgląd w możliwości intelektu ludzkiego, ujawnia źródła, warunki, przyczyny oraz prawidłowości poznawania rzeczywistości przez człowieka.

Z listy odkryć biologicznych, podanej przez Mizerskiego, wybrano *casus* Sprengla (i Daumanna), a konkretnie historię badań nad zapyłaniem dziewięciorników (*Parnassia*) – roślin z rodziny skalnicowatych (Saxifragaceae). Analiza epistemologiczna kluczowych momentów tych badań, będzie jednocześnie pretekstem do refleksji nad źródłami wiarygodności odkryć biologów i ekologów.

Historia badań nad zapyłaniem *Parnassia palustris*



Dziewięciornik błotny (*Parnassia palustris*; Rys. 1) jest niewielką rośliną zielną, rosnącą w wilgotnych lasach i na podmokłych łąkach, w strefie umiarkowanej półkuli północnej (również w Polsce).

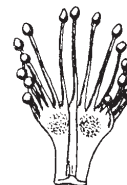
Budowa kwiatu *Parnassia*. Kwiat dziewięciornika ma 5 zielonych działek kielicha oraz 5 śnieżnobiałych płatków korony. W środku stosunkowo dużego kwiatu (o średnicy korony od 1 do 1,5 cm) znajduje się słupek, otoczony pięcioma pręcikami (Rys. 2). Pomiędzy nimi znajdują się pręciczki, w których produkowany jest nektar.

Rys. 1. Dziewięciornik błotny (*Parnassia palustris*).
(Wg Thomé 1885; zmodyfikowane)



Rys. 2. Pokrój kwiatu *Parnassia* (po lewej) oraz okółek pręcików u podstawy słupka (po prawej). (Wg Watson, Dallwitz 1992; zmodyfikowane)

Prątniczki dziewięciornika mają bardzo charakterystyczny kształt, jakby maleńkich dłoni z kilkunastoma nitkowatymi „palcami”, zakończonymi żółtą, błyszczącą główką, przypominającą kroplę miodu (Rys. 3). Na wewnętrznej stronie, w dłoniasto rozszerzonej części białawego prątniczka – tam, gdzie wydzielany jest nektar – widoczne są dwie ciemnozielone plamki (por. Sandvik, Totland 2003; Szafer, Szaferowa 1958/62; Tahtadzhian 1981/170-171; Watson, Dallwitz 1992).



Rys. 3. Pojedynczy prątniczek *Parnassia*. (Wg Szafer, Szaferowa 1958/66; zmodyfikowane)

Obserwacje Sprengla.

Christian Konrad Sprengel (1750-1816) doskonale znał morfologię kwiatów *Parnassia*. Jednak ta wiedza była niewystarczająca do odpowiedzi na pytanie, jak te rośliny są zapylane.

Sprengel zaczął więc obserwować dziewięciorniki, które dopiero co otworzyły swoje kwiaty. Dostrzegł wówczas osobiwą dynamikę pręcików i znamion słupka. Jego uwagę przykuła *powtarzalna, selektywna* sekwencja zmian, zachodzących w kwiatkach *Parnassia*:

- 1) pierwszego dnia, tuż po otwarciu się kwiatu, nitka jednego z pręcików zaczyna szybko rosnać i wyginać się ku środkowi tak, że główka pręcika zawisa nad zamkniętym (nieodjrzałym) jeszcze znamieniem słupka,
- 2) wkrótce potem, pylnik otwiera się, lecz nie od strony słupka, ale na zewnątrz, tak że pyłek nie może upaść na znamię,
- 3) pod wieczór pyłek osypuje się na koronę kwiatu, lub spada na ziemię,
- 4) niedługo potem nitka pręcika odgina się i opada pomiędzy płatki korony, pylnik zaś więdnie i odpada,
- 5) drugiego dnia to samo dzieje się z drugim pręcikiem, trzeciego dnia z trzecim, czwartego dnia z czwartym, i w końcu piątego dnia z piątym,
- 6) szóstego dnia zaczyna dojrzewać słupek i otwierają się jego cztery znamiona.

Pierwszy wniosek Sprengla. Skoro pylniki dojrzewają zanim dojrzeje słupek³, a ponadto pyłek opada na płatki korony lub na ziemię, to pojedynczy osobnik dziewięciornika *nie może się sam zapylić*. To jest oczywiste.

³ Wcześniejsze dojrzewanie pręcików w kwiecie (zanim dojrzeje słupek), Sprengel zaobserwował po raz pierwszy w 1790 r. u wierzbówki (*Chamaenerion angustifolium*). Rok później, u sosnki (*Euphorbia cyparissias*) zauważył odwrotną sytuację, tzn. wcześniejsze dojrzewanie słupków. Potem przekonał się, że oba te zjawiska – zwane obecnie przedprątnością i przedślupnością – są w świecie roślin kwiatowych jednymi z dość powszechnych sposobów zapobiegania samozapyleniu.

Jednak u starszych roślin Sprengel widział torebki z nasionami. Teoretycznie rzecz biorąc przed Sprenglem pojawiły się dwie możliwości. Albo nasiona u *Parnassia* powstają bez procesu zapylania, albo *zapylanie ma miejsce, ale zachodzi w jakiś szczególny sposób*. Sprengel zdecydowanie opowiadał się za drugą możliwością. Taka postawa wynikała z jego dotychczasowej wiedzy, że istnieje ścisła *więź* między zapylaniem a powstawaniem nasion⁴. U podstaw tej wiedzy leżały rezultaty jego własnych obserwacji, jak również obserwacji (i eksperymentów) innych botaników oraz doświadczenie „zwykłych” sadowników i rolników⁵.

Dygresja epistemologiczna:

Dostrzeżenie zagadkowych elementów zjawisk biologicznych

Dostrzeżenie (i ewentualne *wykorzystywanie* przez człowieka) stałości (i powtarzalności) więzi to jedna sprawa, a *zrozumienie, wyjaśnienie* natury tej stałości to zupełnie inna kwestia.

Co jest konieczne dla zrozumienia, wyjaśnienia? Pierwszym, fundamentalnym warunkiem jest dostrzeżenie „zagadki” czyli umiejętność postawienia pytania o przyczyny lub konieczne warunki obserwowanej, powtarzalnej więzi między zjawiskami.

Widać zatem wyraźnie, że dynamika poznawcza człowieka obejmuje zarówno orientację w „naskórkowych” cechach przedmiotów (barwach, kształtach, zapachach), jak i dostrzeżenie głębszych prawidłowości i stałych relacji między zjawiskami. Na tym drugim poziomie poznania pojawiają się elementy „zagadkowe”, rodzące pytania. To one prowokują intelekt człowieka do poszukiwania wyjaśnień, do udzielania „nie byle jakich” odpowiedzi.

Drugi wniosek Sprengla. Sprengel zauważył, że w prątniczkach – tam, gdzie widoczne są zielone plamki – produkowany jest nektar, o którym wiedział, że jest pożywką owadów⁶. Sprengel czuł również zapach kwiatów oraz widział na płatkach dziewięciornika delikatne prążki, zbiegające się ku centrum kwiatu, gdzie znajdowało się źródło słodczy.

Dla Sprengla nie ulegało wątpliwości, że te cechy kwiatu *Parnassia* stanowią klucz do identyfikacji czynnika zapylającego. Z miejsca wykluczył wiatr, albowiem rośliny

⁴ Fakt późniejszego odkrycia agamospermi (rozmnażania przez nasiona, których zarodek powstał bez zapłodnienia) nie przekreśla prawdziwości wiedzy Sprengla. Po pierwsze, nawet u roślin uważanych za obligatoryjnie partenogenetyczne (np. niektóre odmiany mniszków – *Taraxacum*) stwierdzono, że od czasu do czasu dochodzi do zapylania (i zapłodnienia) pyłkiem odmian rozmnażających się seksualnie (por. m.in. Vašut 2003). U niektórych roślin partenogenetycznych z kolei, zapylenie (choć nie zapłodnienie) wydaje się konieczne, ponieważ substancje wydzielane przez ziarna pyłku pobudzają rozwój zarodków i kształtowanie się nasienia. Po drugie, gdyby się nawet okazało, że istnieją rośliny, u których nigdy nie dochodzi do zapylania i/lub zapłodnienia, to *prawda*, że u większości roślin istnieje naturalna *więź* między zapylaniem i owocowaniem, nie mogłaby ulec zakwestionowaniu.

⁵ Kiedy ludzie odkryli, że istnieje *więź* między przenoszeniem pyłku na znamię słupka a powstawaniem owoców i nasion? Najstarsze udokumentowane ślady tej wiedzy pochodzą sprzed około 5000 lat przed narodzeniem Chrystusa (por. Stubbe 1972/6, Szafer 1969/8-9).

⁶ Z punktu widzenia metabolicznych i fizjologicznych potrzeb rośliny, nektar jest zupełnie bezużyteczny. Jego produkcja nabiera więc sensu tylko w kontekście dynamiki zapylania kwiatów przez owady (lub inne zwierzęta). (Por. Harborne 1997/82-86; Jolivet 1998/197).

wiatropylne nie wykształcają dużych, barwnych koron, nie wytwarzają wabiącego zapachu i nie produkują nektaru. Uznał więc, że są to jakieś istoty żywe, posilające się nektarem, czujące zapach, orientujące się w barwach i kształtach kwiatu. Biorąc pod uwagę skalę wielkości kwiatu, Sprengel doszedł do wniosku, że *dziewięciorniki są zapylane przez jakieś, dość duże owady, które przenoszą pyłek z jednego kwiatu na inny kwiat*⁷.

Hipoteza Sprengla. Jaki konkretnie owad odgrywa rolę zapylacza? – tego Sprenglowi nie udało się odkryć. Jednak uwzględniając przestrzenną organizację kwiatu, Sprengel opisał sposób, w jaki prawdopodobnie dochodzi do zapylenia *Parnassia*.

Otóż ten tajemniczy owad, gdy przyleci na młody kwiat (w stadium pręcikowym), chce się dostać do nektaru wydzielanego przez prątniczki. Aby się tam dostać, owad ociera się (chcąc nie chcąc) o pylnik i zabiera z sobą pyłek. Gdy poszukując nektaru trafi na starszy kwiat *Parnassia* (w stadium słupkowym), wówczas przeciskając się do pożywienia zostawia pyłek na dojrzałym znamieniu słupka.

„Takie są wyniki – napisał Sprengel w 1793 roku – moich dotychczasowych obserwacji i badań nad tymi kwiatami. Chociaż zadałem sobie wiele trudu aby zbadać budowę tego kwiatu i sposób w jaki jest zapylany, to przecież jedno i drugie pozostało dla mnie dotychczas tajemnicą. Trud mój nie został jednak bezowocny, bo to przynajmniej odkryłem i mogę udowodnić, że kwiat ten jest zapylany przez jakiegoś owada. /.../ Chociaż nie odkryłem tajemnicy ich zapłodnienia, przecież wskazałem badaczom drogę, która – jeśli pójdą nią uważnie i z pełnym oddaniem – zaprowadzi ich prędzej lub później do jednego z najpiękniejszych odkryć w królestwie świata roślinnego” (cyt. za Szafer, Szaferowa 1958/62, 65; Szafer 1969/138, 140).

„Ojciec biologii i ekologii roślin”. By w pełni docenić osiągnięcia Sprengla w badaniach nad biologią kwiatów, należy nadmienić, że ten teolog i filolog z wykształcenia, nie znał dzieł Kölreutera⁸. Natomiast miał bogate doświadczenie, wynikające z wieloletnich obserwacji różnorodnych pospolitych roślin (m.in. bodziszków, niezapominajek, kosaćców, wierzbowek, sasanek, storczyków, dziewięciorników), które podjął w 1787 roku.

Obdarzony bystrym intelektem i wybitnymi zdolnościami obserwacyjnymi nie ogra-

⁷ Wnioski Sprengla mogą się wydawać trywialne. Ale osiemnastowieczna wiedza na temat płciowości i rozmnażania się roślin była pełna „białych plam”. Wprawdzie Rudolph J. Camerarius (1665-1721) dowiódł istnienia u roślin oddzielnych narządów płciowych (pręcików i słupków), jednak mylnie przypuszczał, że u roślin o kwiatach obupłciowych dochodzi jedynie do samozapylenia, a w przypadku roślin o kwiatach jednopłciowych czynnikiem przenoszącym pyłek jest wyłącznie wiatr. Pierwsze obserwacje i eksperymenty wyraźnie wskazujące na rolę owadów w zapyłaniu kwiatów poczynił Philip Miller (1691-1771). W około 30 lat później (w 1750 r.) rolę pszczoł w przenoszeniu pyłku z kwiatu na kwiat potwierdził Arthur Dobbs (1689-1765). Kolejnym botanikiem, który znacząco wzbogacił i uszczegółowił wiedzę na temat przenoszenia pyłku przez owady był Joseph G. Kölreuter (1733-1806). Opisał on m.in. zewnętrzną budowę ziaren pyłku i podał kolejne przykłady zapyłania roślin przez owady. Jednak nadal trwał w przekonaniu, że obupłciowość kwiatów ma właśnie ten cel, aby ułatwić kwiatom zapylenie własnym pyłkiem (por. m.in. Faegri, Pijl 1966/ 2, Proctor, Yeo 1975/20-26, Szafer, Szaferowa 1958/10-11, Szafer 1969/16-18).

⁸ „Without knowing about Kölreuter's paper he [Sprengel] rediscovered entomophily and dichogamy and interpreted their importance more correctly” (Faegri, Pijl 1966/2).

ograniczał się – jak większość współczesnych mu badaczy – do zbierania roślin, opisywania ich struktury i klasyfikowania, ale poszukiwał wyjaśnienia dla bogactwa barw, kształtów i zapachów kwiatów, które budziły jego szczere zdumienie i zachwyty. Bez wątpienia słusznie został uznany – mimo pewnych protestów – za „ojca biologii kwiatów”. Wydaje się, że z czystym sumieniem można by Sprengla nazwać „ojcem biologii i ekologii roślin”.

W swym dziele z 1793 roku⁹, podsumowującym wyniki wieloletnich badań, zawarł Sprengel kilka fundamentalnych prawd, które inspirowały przyszłe pokolenia botaników i zoologów. Na podstawie swych obserwacji stwierdził, że:

- a) barwa korony z daleka przyciąga uwagę owadów poszukujących pożywienia,
- b) specjalnie zabarwione miejsca korony kwiatu wskazują im drogę do nektaru,
- c) istnieje korelacja między wielkością i budową owadów a strukturą i ubarwieniem odwiedzających je kwiatów;
- d) kwiaty są tak zbudowane, że owady w drodze do nektaru muszą zebrać ziarenka pyłku i przenieść je na słupek.

Stwierdził zatem, że

- e) wiele roślin wabi owady jako pośredników zapylenia, i że bez tego pośrednictwa nie mogłyby one wydać nasion.

Dla Sprengla zatem nie ulegało wątpliwości, że wiele roślin ma naturalne, konieczne relacje z określonymi owadami.

W końcu wyraził oryginalną i ważną myśl, iż

- f) „wydaje się, że *Natura nie jest chętna temu, by jakikolwiek kwiat był zapyłany własnym pyłkiem*”¹⁰ (por. Proctor, Yeo 1975/26; Szafer, Szaferowa 1958/18).

Dzieło Sprengla, liczące 444 strony i 25 miedziorytów, zawiera opisy szczegółów budowy ponad 500 gatunków badanych przez niego roślin. Na strukturalne „detale” rośliny patrzył on przez pryzmat jej dynamiki rozwojowej oraz dynamiki rozmnażania się. Dlatego pytał do czego roślinie służą poszczególne struktury, czemu służy produkcja nektaru, czemu służy woń lub barwa kwiatu. Pytania Sprengla niczym – w swej istocie – nie różniły się od pytań współczesnych biologów o „rolę”, czy „znaczenie” jakiejś struktury lub procesu w życiu organizmu żywego.

Takie pytania były – i nadal są – wstępem do poznawania i zrozumienia zarówno prawidłowości immanentnej dynamiki poszczególnych roślin, jak i charakteru oraz przyczyn więzi łączących np. rośliny ze zwierzętami. O takie zrozumienie roślin chodziło Sprenglowi, i o takie zrozumienie chodzi również współczesnym botanikom.

Selektywne zachowanie się owadów zapyłających *Parnassia*

Późniejsze badania nad *Parnassia* potwierdziły przewidywania Sprengla. Zapylacza-

⁹ *Das entdeckte Geheimnis der Natur im Bau und der Befruchtung der Blumen*. Berlin

¹⁰ Karol Darwin (1809-1882) opublikował w 1862 r. trzystustronicową pracę o zapyłaniu storczyków przez owady. Praca ta kończy się konkluzją, bardzo podobną do tej, którą prawie 70 lat wcześniej sformułował Sprengel: „*It is an astonishing fact – napisał Darwin – that self-fertilisation should not have been an habitual occurrence. It apparently demonstrates to us that there must be something injurious in the process. Nature thus tells us, in the most emphatic manner, that she abhors perpetual self-fertilisation*” (Darwin 1862/359).

mi dziewięciorników okazały się przede wszystkim dość dużych rozmiarów (10-14 mm) muchy z rodziny bzygowatych (Syrphidae) – głównie gniłuny (*Tubifera pendula*) oraz bzygi (mszycówki – *Syrphus balteatus*).

Obserwatorzy bzygów i gniłunów, unoszących się nad łąką w godzinach południowych i popołudniowych, zauważyli, że lecąc one wprost ku białym kwiatom dziewięciornika. Czasem któraś mucha nieco obniża swój lot nad inną białą kwitnącą rośliną, np. świetlikiem (*Euphrasia*), ale na niej nie siada. Ląduje tylko na kwiecie *Parnassia* i od razu kieruje ssawkę ku zielonemu płomom na prątniczku, a więc ku miejscu, w którym znajduje się nektar. Po wypiciu nektaru z wszystkich pięciu prątniczek mucha opuszcza kwiat i leci wprost do następnego dziewięciornika. Gdy natrafi na kwiat, w którym nie ma już nektaru, dotyka ssawką dwóch lub trzech prątniczek i odlatuje w kierunku kolejnego dziewięciornika. Perfekcja, z jaką działa owad powoduje, że w ciągu 7 minut może on odwiedzić 31 kwiatów¹¹ (por. Szafer, Szaferowa 1958/67-69).

Dygresja epistemologiczna:

Dostrzeganie selekcji przez biologa

Ten opis należy uzupełnić o pewien oczywisty, ale ważny element, dotyczący „pola działania” owadów. Łąka to zbiorowisko różnorodnych roślin zielnych, krzewinek, mchów, wśród których żyją zwierzęta, a także leżą rozmaite nieożywione obiekty, takie jak kamienie czy patyki. Nieregularnie rosnące dziewięciorniki są jednymi z wielu elementów tego środowiska – ani mniej, ani bardziej rzucającymi się w oczy (zarówno nasze, jak i much). Jednym słowem, te rośliny nie są jakimiś szczególnie wyróżniającymi się elementami łąki. Jednak muchy siadają tylko na kwiatkach *Parnassia*. Widzimy więc wyraźny kontrast między bogactwem środowiska łąkowego a *ograniczeniem* („zawężeniem”) zainteresowania gniłunów i bzygów do jednego gatunku rośliny.

Ale to nie jedyny kontrast. Gdy weźmiemy pod uwagę pojedynczy okaz dziewięciornika, zauważamy kolejne *ograniczenie* zainteresowań owadów. Muchy nie tylko, że siadają wyłącznie na kwiatkach *Parnassia* (a nie na liściach lub łodygach), ale swoje ssawki od razu kierują ku prątniczkom („ignorują” zarówno płatki korony, słupek, jak i pręciki). Co więcej, swoje ssawki kierują ku ściśle określonej rejonowi prątniczka, tzn. ku zielonym plamkom („ignorują” zarówno nitkowate wyrostki, jak i połyskujące kuleczki). Zatem kontrast między anatomicznym bogactwem dziewięciornika, a „ubóstwem” zainteresowań much, jest znów uderzający.

Obserwator zachowania się tych much z całą wyrazistością dostrzega, że owady dokonały – co najmniej – dwóch *selekcji*:

- a) kwiatu określonego gatunku rośliny, oraz
- b) określonej części tego kwiatu.

¹¹ Zupełnie inne jest zachowanie się much w godzinach porannych (między 7 a 9). Wyziębione po nocy gniłuny i bzygi krążą nad łąką lub siedzą na różnych roślinach, i to zarówno na ich łodygach, liściach, jak i kwiatkach. Muchy czyszczą się, wygładzają skrzydła, i od czasu do czasu dotykają ssawką tego lub innego miejsca. Oczywiście, gdy przypadkowo znajdują się na kwiecie *Parnassia* i natrafią na nektar, to go wypijają. Potem znów dotykają płatków lub słupka, w końcu podrywają się do lotu i siadają na dowolnej roślinie (por. Szafer, Szaferowa 1958/67).

To, że doszło do *selekcji* poznajemy po *zawężeniu (ograniczeniu)* jakiegoś *repertuaru możliwości*. Gdyby na terenie odwiedzanym przez muchy rosły wyłącznie dziewięciorniki, nie mielibyśmy żadnych szans dostrzeżenia selekcji tych kwiatów przez gniłuny i bzygi. Gdyby te owady odwiedzały wszystkie rodzaje roślin w takiej proporcji, w jakiej rosną one na łące, również nie dostrzeżelibyśmy selekcji. Podobnie jest w przypadku źródła nektaru – nie zauważylibyśmy selekcji, ani wtedy gdyby kwiaty *Parnassia* były jednoelementowe, ani wtedy gdyby muchy lądowały na różnych częściach rośliny¹².

Selektywność jest tu oczywista. Rodzi się teraz pytanie: po czym gniłuny i bzygi rozpoznają dziewięciorniki?¹³

Badania Daumanna

Zagadnieniem rozpoznawania dziewięciorników przez gniłuny i bzygi zajął się w latach 1932-1935 Erich Daumann – botanik pracujący w Pradze. Znał mu były zarówno wyniki badań Sprengla, jak i prace innych uczonych zajmujących się biologią kwiatów.

Dla Daumanna było oczywiste, że owady *musiały* się orientować w zmysłowo dostępnych cechach rośliny. Ponieważ siadały tylko na kwiatkach, zatem ta część rośliny *musiała* szczególnie przyciągać ich uwagę. Ale Daumann chciał bardziej precyzyjnie ustalić, które elementy kwiatu decydują o ich rozpoznawaniu przez owady (Daumann 1932, 1935, 1960).

Po czym muchy rozpoznają z daleka kwiaty *Parnassia*?

Przystępując do badań nad zapyleniem dziewięciorników przez muchy, Daumann wiedział o tzw. „dalekim” i „bliskim” rozpoznawaniu kwiatów przez owady¹⁴. W pierwszym etapie swoich badań chciał się dowiedzieć, *co* w kwiatkach dziewięciorników *przyciąga* uwagę gniłunów i bzygów lecących nad łąką.

- Czy jest to cały kwiat, z jego specyficzną kompozycją różnorodnych struktur?
- Czy jest to sama korona kwiatu?
- Czy są to prątniczki, a szczególnie połyskujące w słońcu pseudomiodniki (jak su-

¹² Dlatego o porannym zachowaniu się zziębniętych much nie powiemy, że jest ono selektywne (por. poprzedni przypis).

¹³ Warto w tym miejscu zauważyć, że *dostrzeżenie jakiejś formy selekcji* jest w biologii bodaj najważniejszym „pytaniarodnym” elementem procesu poznawczego, warunkującym postęp badań (i nierzadko wytyczającym nowe kierunki badawcze).

¹⁴ „Rozpoznawanie” suponuje oczywiście wcześniejszą orientację owadów w cechach kwiatów, zapamiętanie rezultatów tej orientacji oraz uczenie się, jakie cechy posiadają kwiaty, oferujące pożywienie. Faktem jest, że niektóre gatunki owadów mają pewne wrodzone preferencje do odwiedzania kwiatów o określonych barwach lub kształtach. Jednak – jak wskazują współczesne badania – te wrodzone, instynktowne preferencje tylko ułatwiają niedoświadczonym (dopiero co przepoczwarzonym) owadom odnajdywanie pokarmu w pierwszych godzinach ich dorosłego życia. Po kilku wizytach owady zapamiętują cechy kwiatu, kojarzą je z pokarmem i z łatwością odnajdują tak samo wyglądające kwiaty. Ponadto stwierdzono, że starsze (doświadczone) owady regularnie odwiedzają kwiaty o barwach (i kształtach) różnych od tych, które preferowały początkowo (por. m.in. Gumbert 2000; Heinrich 1978; Lunau 1996).

gerował Müller¹⁵)?

- Czy jest to zapach kwiatu?

Aby się o tym przekonać, uczony przystąpił do serii doświadczeń. Najpierw usunął białe korony wszystkim dziewięciornikom, rosnącym na skrawku łąki o powierzchni 9 metrów kwadratowych. Mimo, że poprzedniego dnia muchy licznie odwiedzały to miejsce, to po usunięciu płatków, żaden owad się tam nie pojawił. Żadna mucha nie zbliżyła się do okaleczonych kwiatów.

Wynik eksperymentu wskazywał, że biała korona musi odgrywać ważną rolę w rozpoznawaniu kwiatów dziewięciornika przez muchy.

Ale Daumann nie poprzestał na tym doświadczeniu. Być może – rozumował – muchy zbliżają się do dziewięciornika, gdy widzą cały kwiat (a zwłaszcza pseudomiodniki, połyskujące na tle białych płatków)? Dlatego powycinał z papieru krążki, imitujące koronę *Parnassia*. Jedne imitacje położył bezpośrednio na łące, inne nałożył na niektóre z wcześniej okaleczonych (pozbawionych korony) kwiatów.

Okazało się, że muchy zbliżały się zarówno do wolno leżących imitacji, jak i do imitacji nałożonych na wnętrze kwiatu (choć siadały tylko na tych ostatnich – poprzednio lekceważonych – dziewięciornikach i od razu przystępowały do picia nektaru). To przekonało Daumanna, że z daleka muchy wabi jedynie stosunkowo duża, biała korona kwiatu *Parnassia* (do świetlików o mniejszej, choć również białej koronie, muchy – jak pamiętamy – nie zbliżały się).

W końcu chciał się przekonać, czy owady zbliżają się do kwiatu, gdy zobaczą całą koronę, czy wystarczy im dostrzeżenie jakiejś jej części. W tym celu Daumann pozabawił niektóre kwiaty dziewięciorników jednego płatka korony, inne dwóch, jeszcze inne trzech płatków, a niektórym kwiatom pozostawił tylko jeden płatek. Okazało się, że muchy zawsze zbliżały się i siadały na kwiatkach o czterech płatkach, bardzo często odwiedzały kwiaty trzyplatkowe, rzadko siadały na kwiatkach dwupłatkowych i nigdy na jednopłatkowych. Wyniki tego doświadczenia były dla Daumanna potwierdzeniem ważnej roli korony w rozpoznawaniu kwiatów z daleka.

Wprawdzie doświadczenie z atrapami płatków korony nie wskazywało na rolę zapachu w „rozpoznawaniu z daleka”, ale Daumann postanowił przekonać się o tym w dodatkowym doświadczeniu. W tym celu nasunął na kilkanaście kwiatów *Parnassia* szklane, dość głębokie fiolki, przymocowane do drutu białego w ziemię obok roślin. W ten sposób

¹⁵ H. Müller (1881) „rzucił podejrzenie” na owe błyszczące kuleczki, wieńczące palcowate wyrostki prątniczek. Wprawdzie – o czym Müller wiedział – nie produkują one nektaru, ale do złudzenia przypominają krople miodu. Zasugerował więc, że pseudomiodniki mają zasadnicze znaczenie w rozpoznawaniu *Parnassia* przez owady (i dlatego kwiat dziewięciornika uznał za typowy przykład tzw. kwiatu zwodniczego). To przypuszczenie utrzymywało się aż do czasów Daumanna. Należy zaznaczyć, że rola pseudomiodników (podobnie, jak zielonej barwy plamek) nie została do końca wyjaśniona. Być może mają one (lub miały w przeszłości) znaczenie w rozpoznawaniu *Parnassia* przez inne owady, zapylające te rośliny sporadycznie lub w innych regionach geograficznych (por. Szafer, Szaferowa 1958/65-66). Niektórzy badacze sugerują, że pseudomiodniki przyciągają uwagę niektórych „niedoświadczonych” much (np. z rodzaju *Phora*, *Sphaerophoria*, *Lucilla*), które po raz pierwszy wylatują na łąkę w poszukiwaniu pokarmu. Jednak te młode owady „soon learned to find the real nectar and then overlooked the false nectaries” (Sandvik, Totland 2003).

niejako „odseparował” zapach kwiatu od jego widoku – woń była bowiem wyczuwalna tylko u wlotu naczynka.

Nadlatujące muchy, widząc z góry białą koronę dziewięciornika, usiłowały na niej usiąść, ale oczywiście natrafiały na szklaną przeszkodę. Krażyły przez jakiś czas w pobliżu szczytu fiolki, po czym odlatywały. To wskazywało, że woń nie odgrywa roli w rozpoznawaniu kwiatów z daleka.

Dygresja epistemologiczna:

Eksperyment jako umiejętna „prowokacja przedmiotu”

Daumann chciał się dowiedzieć, jakie cechy kwiatu *Parnassia* przyciągają uwagę much z daleka. Odpowiedzi na to pytanie mogły mu udzielić jedynie owady. Należało je tylko umiejętnie *sprowokować* do ujawnienia tej „tajemnicy”.

Więź łączącą muchy z *Parnassia*, oraz zdolność tych owadów do *orientowania się* w otoczeniu (leżąca u podstaw ich *selektywnych zachowań*) była dla Daumanna oczywista. Doświadczenia których dokonywał, były tak pomyślane, by owady „pokazały” swoim zachowaniem (skoro nie potrafią mówić ludzkim językiem), co jest dla nich ważne w oglądanych z daleka kwiatach dziewięciornika.

Po czym muchy rozpoznają kwiaty z bliska? Gniłuny i bzygi, rozpoznawszy *Parnassia* pośród innych kwitnących na łące roślin, obniżają swój lot, po czym siadają na kwiecie i od razu przystępują do spijania nektaru, kierując swoje ssawki ku dwóm zielonym, owalnym plamom, położonym w rozszerzonej części białawych prątniczek.

W tym właśnie miejscu – i tylko tutaj, o czym przekonał się Daumann wykonując badania histologiczne – znajdują się komórki gruczołowe produkujące nektar, wysysany przez owady. Badacz chciał się jednak dowiedzieć:

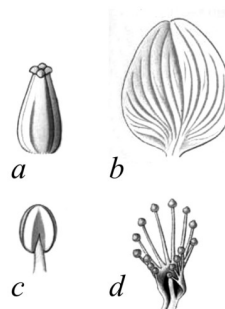
- po czym muchy rozpoznają dziewięciorniki z *bliska* (i w związku z tym decydują się na lądowanie na kwiecie),
- co umożliwi muchom niemal natychmiastowe, bezbłędne odkrycie źródła pokarmu?

Czy są to:

- połyskujące pseudomiodniki,
- ciemnozielone plamy, czy może
- zapach prątniczek?

Daumann oczywiście czuł woń kwiatów *Parnassia*. Podejrzewał, że zapach jest w jakiś sposób związany z nektarem. Ale chciał się upewnić, czy rzeczywiście tak jest, i czy jest to jedyne źródło zapachu.

W tym celu wyizolował z kwiatu *Parnassia* płatki, pręciki, słupki oraz prątniczki (Rys. 4) i umieścił je w osobnych szklanych naczynkach, które przykrył szkiełkami zegarkowymi.



Rys. 4. Słupki (a), płatek korony (b), główka pręcika oraz prątniczki (d) *Parnassia*. (Wg Thomé 1885; zmodyfikowane)

Po pewnym czasie powąchał zawartość każdego naczynka i przekonał się, że zapach wydobywa się jedynie z tego pojemniczka, które wypełnił prątniczkami. Zatem organoleptycznie stwierdził, że pachną jedynie prątniczki.

Ale to go jeszcze nie usatysfakcjonowało. Dlatego poprzecinał szereg prątniczek w trzech miejscach, umieszczając w jednym naczynku nitki z błyszczącymi kuleczkami, w drugim – podstawy prątniczek, a w trzecim – dłoniasto rozszerzone części prątniczek z zielonymi plamkami. Naczynka przykrył szkiełkami zegarkowymi i jakiś czas zaczekał. Okazało się, że pachną tylko części z ciemnozielonymi plamkami. Jest zatem tylko jedno źródło zapachu, i znajduje się ono tam, gdzie produkowany jest nektar.

Stwierdziwszy naocznie, że pseudomiodniki „kusząco” błyszczą, że środkowa część prątniczek ma zielone plamy, a ponadto stwierdziwszy – „na własny nos” – że pachnie tylko ta środkowa część z plamami, Daumann mógł przystąpić do rozstrzygnięcia dylematu, czy muchy lądują na kwiatkach *Parnassia* i docierają do pożywienia kierując się:

- widokiem błyszczących kuleczek,
- widokiem zielonych plam, czy też
- zapachem nektaru¹⁶?

Dygresja epistemologiczna:

Rola *qualia* w badaniach biologicznych

Bez osobistej orientacji zmysłowej Daumanna, w takich epifenomenalnych¹⁷ cechach przedmiotów, jak barwy, zapachy, itp. nie byłoby ani dylematu, ani próby jego rozwiązania. Jest to zarazem dobra ilustracja ogromnego znaczenia, jakie w badaniach biologicznych posiadają tzw. jakości wtórne (*qualia*).

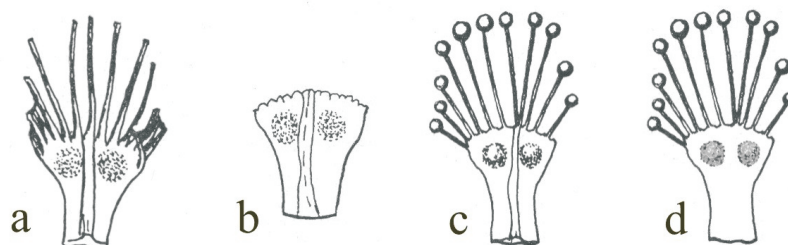
¹⁶ Nektar – w czystej postaci – jest bezbarwny i bezwonny. Jednak niektóre rośliny wzbogacają nektar w śladowe ilości olejków eterycznych, które nadają mu zapach, wyczuwany przez zwierzęta i ludzi.

¹⁷ *Epifenomen* to taka rzeczywistość, która nie jest w stanie fizycznie modyfikować jakiegokolwiek formy rzeczywistości. Epifenomenami są zarówno *cechy* konkretnych przedmiotów (epifenomeny pierwotne, przedmiotowe – np. barwy, smaki, zapachy, dźwięki), jak i *rezultaty orientacji* podmiotu poznającego w cechach przedmiotu (epifenomeny pochodne – np. wyobrażenia barwy, zapachu, dźwięku). Gdy mówimy np. o *barwie*, jako epifenomenie przedmiotu, nie mamy na myśli wiązki fal elektromagnetycznych o określonej energii i długości, ale *widziany kolor* – np. czerwień, fiolet, zieleń. Fala elektromagnetyczna może spowodować określone przemiany w siatkówce oka, może ogrzać kamień, itp., ale *kolor* tej fali nie może dokonać żadnych zmian fizycznych w obiekcie materialnym. Oczywiście jest również, że wszystkie *epifenomeny pochodne* (treści zapamiętane, pojęcia abstrakcyjne, konstrukcje pojęciowe, itp.) charakteryzują się taką samą „biernością”, jak epifenomeny pierwotne. Dlatego wyobrażeniem ognia nie można się sparzyć, a pojęciem wody ugasić pożaru. W tym sensie epifenomeny są absolutnie „bierne”. Poznanie epifenomenów nie dostarcza podmiotowi poznającemu energii do działania, ale warunkuje *zorientowaną* dynamikę, tworzenie terminów języka potocznego, schematów pojęciowych, modeli matematycznych, itd. (por. Lenartowicz, Koszteln 2000/164-165).

Czy pseudomiodniki przywabiają owady? Aby odpowiedzieć na to pytanie, Daumann przystąpił do przygotowania kolejnej serii eksperymentów:

- 1) część kwiatów *Parnassia* pozostawił Daumann nienaruszone,
- 2) u części kwiatów usunął same pseudomiodniki (kuleczki na końcu nitkowatych wyrostków prątniczek),
- 3) z innych kwiatów wyciął nitkowate wyrostki wraz z pseudomiodnikami,
- 4) u kolejnej grupy kwiatów, nitki wraz z kuleczkami zastąpił szklanymi imitacjami (wetknął w rozszerzone części prątniczek szklane szpileczki z główkami),
- 5) część kwiatów pozbawił prątniczek, a w ich miejsce włożył szklane imitacje (Rys. 5).

W sumie owady miały do wyboru pięć sytuacji. Z tego zestawu możliwości muchy „odrzucały” jedynie kwiaty ze szklanymi prątniczkami (eksperyment 5) – na nich w ogóle nie siadały. Na pozostałych kwiatkach siadały w miejscu, w którym znajdował się nektar i przystępowały do jego spijania (jeśli nektaru już nie było, to po krótkiej chwili odlatywały).



Rys. 5. **a** – prątniczka pozbawiona pseudomiodników; **b** – prątniczka pozbawiona nitkowatych wyrostków; **c** – prątniczka ze szklanymi imitacjami nitkowatych wyrostków; **d** – szklana imitacja prątniczki. (Wg Szafer, Szaferowa 1958/66; zmodyfikowane)

To doświadczenie przekonało Daumanna, że owady docierając do nektaru nie kierują się widokiem nitkowatych wyrostków z błyszczącymi pseudomiodnikami. Pozostało zatem rozstrzygnąć, czy naprowadza je widok zielonych plamek, czy raczej zapach nektaru.

Czy zielone plamki przywabiają muchy? Aby to sprawdzić, Daumann przeprowadza kolejną serię eksperymentów:

- 1) z cieniutkiego szkła wycina diamentem krążki, i w kilkunastu kwiatkach dziewięciornika przykrywa nimi zielone plamy na prątniczkach,
- 2) inne kwiaty pozbawia prątniczek, i w różnych ich częściach umieszcza małe krążki wycięte z zielonego papieru,
- 3) takie krążki umieszcza też na szklanych imitacjach prątniczek, którymi zastąpił prawdziwe,
- 4) w końcu, zastępuje prawdziwe prątniczki jeszcze doskonalszymi imitacjami, posiadającymi zielone plamki wtopione w szkło.

Tym razem muchy miały cztery możliwości do wyboru. Okazało się, że owady „zignorowały” wszystkie kwiaty z imitacjami zielonych plamek czyli te z eksperymentu 2, 3 i 4.

Natomiast siadały na kwiatkach z prawdziwymi plamkami, które były przykryte szklanymi krawkami (eksperyment 1). Jednak nie dotykały ssawkami środkowej części szkiełka, znajdującej się bezpośrednio nad plamkami, ale kierowały swoje ssawki ku brzegom szkiełka, spod którego wydobywał się zapach nektaru (Rys. 6).



Rys. 6. Fragment prątniczka z zielonymi plamkami, przykryty szkiełkiem. Czarne kropki w pobliżu obrzeży szkiełka wskazują miejsca, do których muchy przytykały ssawki. (Wg Szafer 1969/139; zmodyfikowane)

Natomiast siadały na kwiatkach z prawdziwymi plamkami, które były przykryte szklanymi krawkami (eksperyment 1). Jednak nie dotykały ssawkami środkowej części szkiełka, znajdującej się bezpośrednio nad plamkami, ale kierowały swoje ssawki ku brzegom szkiełka, spod którego wydobywał się zapach nektaru (Rys. 6).

To doświadczenie jednoznacznie wskazywało, że zarówno rozpoznawanie kwiatów *Parnassia* z bliska, jak i szybkie docieranie do nektaru, związane jest z wyczuwaniem przez muchy zapachu nektaru.

Czy na pewno zapach? Chcąc się definitywnie o tym przekonać Daumann dokonał ostatniego eksperymentu. Powycinał prątniczki i poumieszczał je w różnych miejscach płatków korony i na słupkach.

Owady bez wahania i bezbłędnie siadały obok pachnących prątniczek (mimo ich „cudaczego” rozmieszczenia) i przystępowały do spijania nektaru.

Rezultaty badań Daumanna. Podsumowując, możemy powiedzieć, że obserwacje i eksperymenty Daumanna doprowadziły go do odkrycia, że:

- w rozpoznawaniu *Parnassia* „z daleka” muchy kierują się pokrojem i barwą korony kwiatu, a zatem widzą koronę kwiatu, odróżniają ją od innych części rośliny, jak również odróżniają od kwiatów innych roślin rosnących na łące,
- w rozpoznawaniu dziewięciorników „z bliska” oraz w lokalizacji nektaru muchy kierują się wyczuwanym przez siebie zapachem.

Dygresja epistemologiczna:

Eksperyment jako identyfikowanie niezbędnych warunków (lub przyczyn) zjawiska

Postępowanie badawcze Daumanna – jak mogliśmy zauważyć – jest (między innymi) ilustracją jednej z metod identyfikowania niezbędnych warunków (lub przyczyn) obserwowanego zjawiska, poprzez umiejętne zawężanie obszaru poszukiwań (tychże warunków lub przyczyn). Jest to metoda opisana – choć nie „wynaleziona” – przez F. Bacona i J. St. Milla (indukcja eliminacyjna). Ułatwia ona ustalenie, jakie zjawisko ma (lub jakie zjawiska mają) niewątpliwy związek z pojawianiem się (lub występowaniem) innego zjawiska (por. Lenartowicz 1998/156-158).

Podsumowanie

Badania Sprengla, Daumanna oraz innych biologów, o których wspomniano w artykule, w znaczący sposób przyczyniły się do poznania i zrozumienia dynamiki więzi, łączą-

cej rośliny i zapylające je owady. Ujawniły one, że *obiektywność poznania zmysłowego* u owadów jest absolutnie *koniecznym* warunkiem zarówno skutecznego zapylania roślin (a tym samym ich sukcesu rozrodczego), jak również efektywnego zdobywania pokarmu przez te zwierzęta.

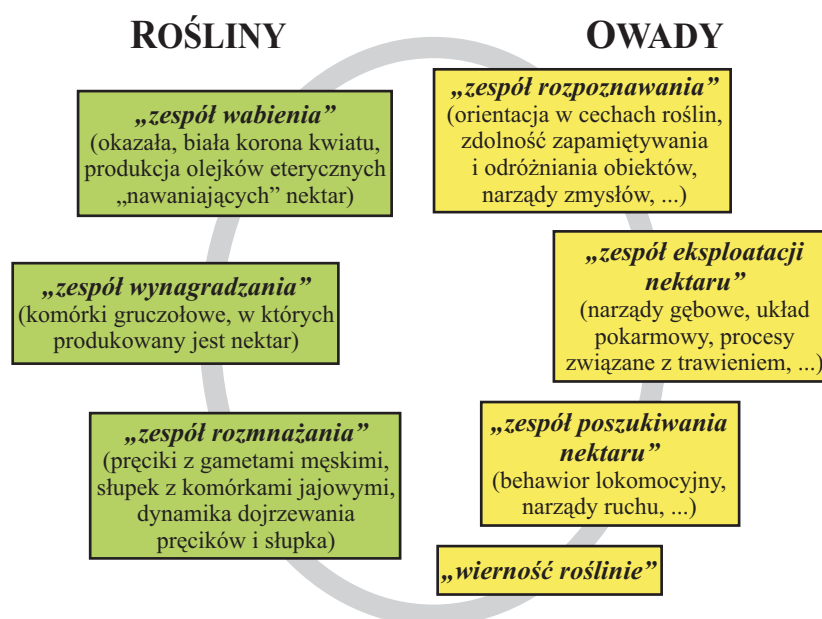
Z epistemologicznego punktu widzenia, godne zauważenia jest to, że *orientacja zmysłowa* w cechach kwiatów, jest niezbędnym warunkiem, zarówno *rozpoznawania roślin przez owady*, jak i *odkrycia przez biologów, po czym owady rozpoznają rośliny*. Zakwestionowanie orientacji zmysłowej – czy to Sprengla, czy to Daumanna – w cechach kwiatu *Parnassia*, byłoby zakwestionowaniem orientacji zmysłowej much. Z kolei zakwestionowanie orientacji zmysłowej much, zapylających dziewięciorniki, byłoby zakwestionowaniem orientacji zmysłowej biologów, a tym samym zakwestionowaniem wyników ich badań.

Więź *Parnassia* z zapylającymi je muchami

Badania nad roślinami i zapylającymi je owadami – których fundamentem były (i są) *obserwacje* i *eksperymenty* – ujawniły ogromną *złożoność* więzi pomiędzy tymi odmiennymi formami żywymi. *Złożoność* tej więzi oznacza istnienie *wielu, różnorodnych, selektywnie skorelowanych* struktur i dynamizmów.

Spójrzmy na tę więź – pozostając przy dziewięciornikach i muchach – bardziej szczegółowo.

Badając dziewięciorniki i zapylające je muchy, dostrzegamy szereg nieredukowalnych do siebie, ale wyraźnie skorelowanych zespołów struktur i dynamizmów (por. Lenartowicz *et al.* 1999). W przypadku *Parnassia* możemy je umownie nazwać „zespołem wabienia”, „zespołem wynagradzania” i „zespołem rozmnażania”. W przypadku much, mamy do czynienia z „zespołem rozpoznawania kwiatu”, „zespołem poszukiwania nektaru”, „zespołem eksploatacji nektaru” oraz „wierności roślinie” (Rys. 7).



Rys. 7. Schemat niektórych uwarunkowań i korelacji, decydujących o więzi między roślinami i zapylającymi je owadami.

Wewnątrzsobnicze selektywne korelacje między poszczególnymi „zespołami” oraz subtelne powiązania (korelacje) pomiędzy osobnikami dziewięciorników i much, decydują o powstaniu głębokiej, naturalnej więzi pomiędzy tymi roślinami i zapylającymi je owadami.

Te różnorakie korelacje (o charakterze przestrzennym, czasowym, materiałowym, strukturalnym, dynamicznym) są tworzone przez rośliny i zwierzęta w toku embriogenezy, oraz później, gdy organizm korzysta z wybudowanych struktur ciała. To nie jest – co również należy wyraźnie podkreślić – teza „spekulatywna”, ale fakt empiryczny, stosunkowo łatwy (przy obecnym zaawansowaniu technik badawczych) do zaobserwowania i zarejestrowania.

„Tryumf poznawczy”

Intelektualna „rekonstrukcja” złożonych relacji – będąca wyrazem aktualnego (historycznie rzecz ujmując) *zrozumienia przedmiotu* badań – jest swojego rodzaju *tryumfem poznawczym* człowieka (nieosiągalnym dla zwierzęcia).

„Tryumf poznawczy” **nie** oznacza *rozpoznania* (czyli dojścia do *prawdy ontologicznej*), ale oznacza *odkrycie prawdy ontycznej* o nieznanym wcześniej przedmiocie lub nieznanym aspekcie przedmiotu badań.

Tego rodzaju sukces pojawia się zazwyczaj na końcu długiej i krętej „ścieżki” poznawczej, która w punkcie wyjścia była *nieznana*. Na początku tej „ścieżki” mamy *znak zapytania*, który pojawia się na tle zbioru pewnych faktów. Poszukiwanie odpowiedzi na to pytanie, będzie wymagało:

- refleksji nad posiadanym materiałem empirycznym,
- ewentualnego uzupełnienia tego materiału,
- umiejętnego wyznaczania kierunków badań,
- pewnej pomysłowości w konstrukcji aparatury badawczej,
- wyboru najkorzystniejszych warunków obserwacji,
- inwencji w planowaniu eksperymentów,
- itp., itd.,
- a czasami pewnej nawet pewnej dozy szczęścia.

Oczywiście istotną rolę w toku tych poszukiwań będą odgrywały takie tendencje poznawcze człowieka, jak np.:

- tendencja do abstrahowania,
- do ekstra- lub intrapolowania,
- do ekonomii myślenia,
- do eliminowania ślepych, lub mało obiecujących uliczek (np. metoda Milla).

Jest też rzeczą oczywistą, że część tych zróżnicowanych wysiłków może pójść na marne. Nie dociera się bowiem do źródeł Nilu idąc, jak „po sznurku”.

Takie osiągnięcia naukowe nie mogą być traktowane, jako wyraz nieskoordynowanego zespołu różnorodnych procesów poznawczych. *Integracja* tych procesów jest równie widoczna, jak ta, którą dostrzegamy w jedności krążenia, trawienia, oddychania, poznawania u ptaka, budującego gniazdo. *Co*, jaka „agencja nadrzędna”, integruje te tendencje do poznawania zasady (lub zasad) działania przedmiotu? Narzuca się tu arystotelesowsko-tomistyczna koncepcja duszy, z jej różnorodnymi władzami poznawania i manipulowania.

Indukcja intelektualna (*epagogé*)

Wiele wskazuje na to, że intelekt ludzki – poprzez orientację zmysłową – jest w stanie bezpośrednio *dostrzec* wewnętrzną „logikę” przedmiotu (lub zjawiska). W tradycji arystotelesowsko-tomistycznej, proces prowadzący do dostrzeżenia tej „logiki” zwany był *indukcją intelektualną* czyli *epagogé* (*ἐπαγωγή*).

Pierwsza faza tego procesu poznawczego, to *indukcja*, rozumiana w tym wypadku, jako „kuszenie” („wabienie”) intelektu przez bardziej powierzchowne, zmysłowo postrzegalne przejawy przedmiotu lub zjawiska. Rezultatem tego wabienia jest dostrzeżenie zagadkowego elementu przedmiotu i coraz bardziej precyzyjne sformułowanie pytań. Druga faza, polegałaby na różnorodnym „obmacywaniu” przedmiotu, tak, by ujawnił swoje sekrety. Trzecia faza, to *dostrzeżenie* tego sekretu, czyli owych głębszych właściwości, prawidłowości oraz źródeł zjawisk bardziej powierzchownych (por. Dębowski 1984; Freeman 1998; Kwiatkowski 2002/178; Lenartowicz, Koszteyn 2002; Wilkinson 2001). Trzecia faza jest *de facto* bezpośrednim, intelektualnym widzeniem istoty przedmiotu. Trzeba tu z naciskiem podkreślić, że poznanie zmysłowe staje się w tej koncepcji integralnym elementem, tłumaczącym bezpośrednio obserwacji przedmiotu przez intelekt.

Indukcja intelektualna bywa błędnie (na co zwrócił uwagę m.in. Dębowski 1984/10, 12-13; Kwiatkowski 2002/178-179) utożsamiana z *rozumowaniem* (*wnioskowaniem*), prowadzącym do uogólnień, generalizacji (formułowania „zasad ogólnych”) na podstawie obserwacji licznych, jednostkowych przypadków podobnego rodzaju. Najczęściej ma się tu na myśli wnioskowanie przez *indukcję enumeracyjną* (czyli *wnioskowanie przez wyliczanie*).

Utożsamianie indukcji intelektualnej z enumeracyjną jest niezgodne (i to w sposób istotny) z oryginalną myślą Arystotelesa. *Epagogé* nie jest wnioskowaniem uogólniającym (czyli indukcyjnym – w sensie Bacona czy Milla), ale niedyskursywnym, intelektualnym *dostrzeganiem* prawidłowości przedmiotu lub zjawiska.

*„Istotą indukcji nie jest tu bynajmniej zwykle sumowanie wiedzy o poszczególnych przypadkach empirycznych (generalizacja), by tym sposobem uzyskać wiedzę ogólną tyżącą się odnośnych dziedzin przedmiotowych. W rozumieniu Arystotelesa indukcja jest tym zabiegiem poznawczym, który umożliwia nam przejście od wiedzy typu *óti* [fakt] do wiedzy typu *dióti* [przyczyna], czyli przejście od zmysłowej (na przykład) percepcji jednego lub kilku i więcej faktów do intuicyjnego (bezpośredniego) uchwycenia tego, co /.../ konieczne i co stanowi rację zachodzenia przypadków jednostkowych (uprzednio ujętych dzięki zmysłom)”* (Dębowski 1984/10).

Ludzki intelekt – w oparciu o obserwację zmysłami (w razie konieczności „uzbrojonymi” w techniczne narzędzia obserwacji) – może z całą oczywistością *dostrzec* różnorodne selekcje, konieczności, istotne korelacje, ujawniające „naturę”, „logikę” danego przedmiotu lub zjawiska. Może *dostrzec*, czy przedmiot badań jest naturalną całością, fragmentem całości, czy też zbiorem całości.

Takie pojęcia, jak: *selektywność* (np. działań owadów), *korelacja* (np. między składem nektaru a wymaganiami pokarmowymi zapylaczy), *konieczność* (np. zwabiania owadów przez rośliny), *naturalna całość* (np. osobnik *Parnassia* lub muchy) są – co należy z całą mocą podkreślić – *pojęciami obserwacyjnymi*, tzn. wywodzącymi się z obserwacji intelektualnej, a nie *pojęciami spekulatywnymi*, wynikającymi z wnioskowania formalnego, czy jakichś hipotez *a priori* (por. Lenartowicz 1986).

Wiarygodność wiedzy biologiczno-ekologicznej

Dlaczego sprawa *intelektualnej naoczności* (osiąganej poprzez *epagogé*) jest taka ważna? Jest ważna, ponieważ wiąże się z kwestią „źródeł” i „fundamentów” wiarygodności naszej wiedzy o świecie istot żywych.

We współczesnej epistemologii i filozofii nauki dominuje pogląd, że *dowód formalny* jest praktycznie *jedynym* i *uniwersalnym* sposobem osiągania wiedzy pewnej i wartościowej. Ceniona i niemal wyłącznie brana pod uwagę jest tzw.

„prawdziwość formalna, czyli prawdziwość ze względu na przyjęte twierdzenia wyjściowe i uznane reguły dowodzenia” (Dębowski 2000/7).

Jednak, jak pisze Dębowski

„Powstaje /.../ pytanie, co nam poręcza prawdziwość owych twierdzeń wyjściowych i niezawodność stosowanych reguł? /.../

Wygląda zatem na to, że nie wszystko może być udowodnione – i to ze względów zasadniczych, nie zaś przypadkowych lub czysto technicznych. /.../

Znaczy to co najmniej tyle, że – o czym wiedział już Aystoteles – nie wszelka wiedza jest /.../ wywiedziona z innej. Skoro tak, to /.../ musi także istnieć wiedza niedowodliwa i bezpośrednio. I musi to być wiedza prawdziwa. Musi być prawdziwa, jeśli prawdziwą ma być ta, która jest z niej wywiedziona. /.../

Gdyby nie bezpośrednio co najmniej niektórych aktów poznawczych, nie byłoby możliwe nawet proste uświadomienie sobie, że w ogóle coś (cokolwiek!) wiemy lub czegoś (czegokolwiek!) nie wiemy” (Dębowski 2000/7-10).

Przyrodników interesuje przede wszystkim *prawda ontyczna* (prawda „samej rzeczy”). U podstaw odkrywania tej prawdy przez człowieka, stoi obserwacja: zmysłowa oraz intelektualna. W sferę „kontakty poznawczego” z przedmiotem może się wkraść błąd, pomyłka, niedopatrzenie, iluzja ... Dlatego biolodzy w swoich wysiłkach poznawczych zabiegają o *prawdziwość logiczną* oraz *ontologiczną*, bo te prawdy decydują o wiarygodności i wartości naszej wiedzy o przyrodzie ożywionej. W razie niejasności czy wątpliwości (np. co do poprawności poznania, rozpoznania, opisu, interpretacji, koncepcji, itp.), ostatecznym, *rozstrzygającym* kryterium prawdziwości ich wiedzy jest dana rzecz i jej ponowne zbadanie.

Literatura

- Darwin C. (1862) *On the various contrivances by which British and foreign orchids are fertilised by insects*. John Murray, London
- Daumann E. (1932) *Über die „Scheinnektarien” von Parnassia palustris und anderen Blumenarten*. Jahrb. f. wiss. Bot, 77: 104-149
- Daumann E. (1935) *Über die Bestäubungsökologie der Parnassia-Blüte II. Ein weiterer Beitrag zur experimentellen Blütenforschung*. Jahrb. f. wiss. Bot, 81: 705-717
- Daumann E. (1960) *Über die Bestäubungsökologie der Parnassia-Blüte. Ein weiterer Beitrag zur experimentellen Blütenökologie. (On the pollination ecology of Parnassia flowers. A new contribution to the experimental flower ecology.)* Biol. Plant., 2(2): 113-125
- Dębowski J. (1984). *Idea bezałożeniowości w filozofii Arystotelesa. (The idea of nonassumptiveness in Aristotle's philosophy.)* Studia Filozoficzne, 1(218), 3-18
- Dębowski J. (2000) *Bezpośredniość poznania*. Wyd. UMCS, Lublin
- Faegri K., van der Pijl L. (1966) *The principles of pollination ecology*. Pergamon Press, Toronto

- Freeman J. B. (1998). *Aristotelian Intellectual Intuition, Basic Beliefs and Naturalistic Epistemology*. Twentieth World Congress of Philosophy, Boston, Massachusetts U.S.A. 10-15 August 1998. <http://www.thelogician.net/3_judaic_logic/3_jl_frame.HTM>
- Gumbert A. (2000) *Color choices by bumble bees (Bombus terrestris): innate preferences and generalization after learning*. Behav. Ecol. Sociobiol., 48: 36-43
- Harborne J. B. (1997) *Ekologia biochemiczna*. Wyd. Nauk. PWN, Warszawa
- Heinrich B. (1978) *The economics of insect sociality*. pp. 97-128; W: Krebs J.R., Davies N.B. (red.) *Behavioural ecology. An evolutionary approach*. Blackwell Scientific Publications, Oxford, London, Edinburgh, Melbourne
- Jolivet P. (1998) *Interrelationship between insects and plants*. CRS Press, Boca Raton, Boston, London, New York, Washington
- Koszteyn J. (2003) *Actio immanens - a fundamental concept of biological investigation*. Forum Philosophicum. Fac. Philos. Ignatianum Cracovia - Kraków, T.8: 81-120
- Kwiatkowski T. (2002) *Epagogé*. p. 178-180; W: *Powszechna Encyklopedia Filozofii*. T. 3, Polskie Tow. Tomasza z Akwinu, Lublin
- Lenartowicz P. (1986) *Wiarygodność twierdzeń przyrodniczych (Aristoteles contra Feyerabend)*. W: Janik A., Lenartowicz P. (red.) *Nauka-Religia-Dzieje*, Wydział Filozoficzny Tow. Jezusowego, Kraków, str. 73-100
- Lenartowicz P. SJ (1998) *Elementy teorii poznania*. Wyd. Fil. TJ, Kraków
- Lenartowicz P., Koszteyn J. (2000) *Wprowadzenie do zagadnień filozoficznych*. WSF-P „Ignatianum”, WAM, Kraków (*Słownik niektórych terminów filozofii AT czyli arystotelesowsko-tomistycznego opisu rzeczywistości*).
- Lenartowicz P. SJ, Koszteyn J. (2002) *On Paley, epagogé, technical mind and a fortiori argumentation*. Forum Philosophicum. Fac. Philos. SJ, Cracovia, T.7: 49-83
- Lenartowicz P. Koszteyn J., Janik P. (1999) *Rola zjawisk zintegrowanych w argumentacji za istnieniem Stwórcy*. pp. 120-144 W: Latawiec Anna (red.) *Między filozofią przyrody a ekofilozofią*. Wyd. Uniwersytetu Kardynała Wyszyńskiego, Warszawa
- Lunau K. (1996) *Signalling functions of floral colour patterns for insect flower visitors*. Zoologischer Anzeiger, 235: 11-30
- Mizerski W. red. (2003) *Tablice biologiczne*. Wyd. Adamantan, Warszawa
- Müller H. (1881) *Die Alpenblumen, ihre Befruchtung durch Insekten und die Anpassungen an dieselben*. Leipzig, W. Engelmann
- Proctor M., Yeo P. (1975) *The pollination of flowers*. Collins, London
- Sandvik S.M., Totland Ø. (2003) *Quantitative importance of staminodes for female reproductive success in Parnassia palustris under contrasting environmental conditions*. Canadian Journal of Botany, vol. 81, no. 1, pp. 49-56
- Sprengel C.K. (1793) *Das entdeckte Geheimnis der Natur im Bau und der Befruchtung der Blumen*. Berlin
- Stubbe H. (1972) *History of genetics. From prehistoric times to the rediscovery of Mendel's laws*. The Massachusetts Institute of Technology, Cambridge, Massachusetts, London, England
- Szafer W. (1969) *Kwiaty i zwierzęta. Zarys ekologii kwiatów*. PWN, Warszawa
- Szafer W., Szaferowa Janina (1958) *Kwiaty w naturze i sztuce*. PWN, Warszawa
- Tahtadzhian A. L. (1981) *Zhizn' rastenij*. T. 5(2). Izdat. Prosvieshcheniie, Moskva
- Thomé O.W. (1885) *Flora von Deutschland Österreich und der Schweiz*. Gera, Germany

Vašut R.J. (2003) *Taraxacum* sect. *Erythrosperma* in Moravia (Czech Republic): Taxonomic notes and the distribution of previously described species. *Preslia, Praha*, 75: 311338

Watson L., Dallwitz M.J. (1992 onwards). *Grass Genera of the World: Descriptions, Illustrations, Identification, and Information Retrieval; including Synonyms, Morphology, Anatomy, Physiology, Cytology, Classification, Pathogens, World and Local Distribution, and References*. <<http://delta-intkey.com/angio/images/parna403.gif>>

Wilkinson W. (2001). *Aristotle on Dialectic and Demonstration*. <<http://enlightenment.super-saturated.com/essays/text/willwilkinson/aristotledialectic.html>>



**dziwięciornik
błotny
(*Parnassia
palustris*)**



**bzyg
(*Syrphus balteatus*)**



**gnilun
(*Tubifera pendula*)**