

Prof. FRANCISZEK GÓRSKI

## AUTOBIOGRAFIA NAUKOWA \*

### SCIENTIFICAL AUTOBIOGRAPHY

Do szkoły średniej uczęszczałem w Krakowie (III Gimnazjum im. Sobieskiego). Miałem rozpocząć naukę w VII klasie, gdy wybuchła I wojna światowa. Kraków stał się miastem przyfrontowym, a nawet fortecą. Szkoły zamknięto, a budynki szkolne zamieniono na koszary, magazyny wojskowe i szpitale dla lżej rannych. Widoki, żeby ten stan rzeczy zmienił się na lepszy, były bardzo nikłe. Rodzina mojej matki (ojciec mój zmarł w 1909 r.) radziła jej, by wyjechała na jeden rok do Szwajcarii i tam swe dzieci (tj. moją osobę i mego brata o dwa lata młodszego) oddała do jednego z licznych internatów wychowawczych. Rozpowszechnione było wtedy mniemanie, że wojna nie może potrwać dłużej niż rok ze względu na koszty, ponieważ jej prowadzenie tyle kosztuje, że po roku państwa wojujące będą u progu bankructwa, które położy kres dalszym operacjom wojennym. Ta prognoza, jak wiadomo, nie spełniła się. Zdaniem rodziny korzyści z pobytu w Szwajcarii będą podwójne: po pierwsze, nie odzwyczajmy się od uczenia, a po drugie nauczymy się dobrze języka obcego, co w dalszej karierze życiowej może się okazać bardzo pożyteczne.

Matka moja poszła za radą rodziny i z jej pomocą finansową odwiozła nas do Fryburga szwajcarskiego i umieściła w szkole średniej, prowadzonej przez księżę marystów wygnanych z Francji. Spędziłem tam kilka miesięcy i nauczyłem się biegle mówić i pisać po francusku. Jednak z uwagi na mój nieszczególny stan zdrowia matka mnie z tej szkoły odebrała. Uczęłem się dalej, biorąc lekcje od „prywatnych” nauczycieli z zamiarem przygotowania się do zdawania matury w Krakowie. Jednak okazało się, że należy ten plan zmienić i przygotować się do matury szwajcar-

---

\* Autobiografia opracowana została dla wydawnictwa „Autobiografia Uczonych Polskich” PIW pod redakcją Andrzeja Biernackiego. Załączony tekst częściowo odbiega od manuskryptu przekazanego do ww. wydawnictwa, gdyż odtworzony został z brudnopisu Profesora Franciszka Górskiego przez Jego Syna prof. dr. hab. Ludwika Górskiego. W publikowanej wersji zamieszczone zostały również wykreślone fragmenty, dla podkreślenia wydrukowano je kursywą.

skiej. Otrzymałem bowiem wezwanie do wojska austriackiego, ale idąc za radą Polaków w Szwajcarii (między innymi Sienkiewicza) nie stawilem się do komisji poborowej austrjackiej. Wszyscy byli przekonani, że niezawodnie Ameryka wejdzie do wojny po stronie aliantów i że przegrana niemiecka jest pewna. Byli zdania, że idąc do wojska austriackiego *de facto* idę do wojska niemieckiego. *Z punktu widzenia prawa szwajcarskiego nie byłem dezserterem, ale indywidualium określone jako „insoumis”.*

Maturę łacińsko-grecką zdałem w *dwu ratach, osobno piśmiennej, osobno ustnej* w 1917 roku i zapisałem się na Wydział Nauk Ekonomicznych i Społecznych w Genewie, który tam istniał niezależnie od Wydziału Prawa. Na tę decyzję wpłynęło kończenie się wojny światowej; ogromne znaczenie przywiązywano utworzeniu się Ligi Narodów, wykluczeniu wojny jako środka dla załatwienia sporów międzynarodowych i ustaleniu nowego porządku świata (tj. Europy). Mimo woli nasiąkałem tą atmosferą i pragnąłem dopomóc w realizacji nowego porządku. Studia ekonomiczno-socjologiczne były z tego punktu widzenia szczególnie wskazane. Z drugiej strony byłem zupełnie odcięty od pracowni fizycznej i nauk fizyko-chemicznych. Studia genewskie musiałem przerwać w 1920 roku na wiosnę. Inflacja w Polsce i bardzo niski kurs marki polskiej na rynkach światowych uniemożliwiał dalszy pobyt za granicą. Kończyć rozpoczęte studia postanowiłem w Poznaniu, na utworzonym wtedy Wydziale Prawno-Ekonomicznym nowego Uniwersytetu. Były tam przewidziane dwa kierunki; jeden ściśle prawniczy, drugi socjologiczno-ekonomiczny. W miesiącach lipcu, sierpniu i wrześniu służyłem w wojsku w kompanii sztabowej Okręgu Poznańskiego. *Moja dobra znajomość języka francuskiego okazała się przydatną, z uwagi na oficerów francuskich współdziałających z organizacją nowej polskiej armii.* Studia ukończyłem ostatecznie w maju 1923 r. *Dyplom ukończenia studiów ekonomiczno-politycznych wydano mi 30 stycznia 1924 r.* W czasie studiów uświadomiłem sobie, że prawo mnie wręcz nudzi, nauki społeczne jak socjologia mało mnie pociągają, a interesują mnie zagadnienia biochemiczne i biofizyczne.

Z tego powodu już jesienią 1924 zapisałem się na Wydział Filozoficzny U J. Słuchałem wykładów bardzo wybitnych profesorów jak prof. M. Siedlecki, Wł. Szafer, L. Marchlewski, B. Pawłowski, Wł. Natanson, T. Estreicher (chemik). Studia ukończyłem w 1930 r. uzyskując tytuł doktora na podstawie dysertacji: „O dokładności metody baniek przy pomiarach fotosyntetycznych” (dyplom z dn. 15 maja 1930 r.).

Nieraz zadawałem sobie pytanie czy moje „intermezzo” socjologiczno-prawnicze było 100% błędem w moim życiu, a czy nie miało dodatnich stron. Obecnie doszedłem do wniosku, że studia ekonomiczne i socjologiczne do tego stopnia silnie złączyły mnie z kulturą Zachodu (europejską), że stała się ona częścią mej osobowości. *Przebywając np. we Francji w Paryżu, mimo, że nie znam dobrze ani ulic, ani ludzi tam mieszkających, nie czuję się w otoczeniu obcym, lecz w środowisku mi bliskim.* Podobnie we Włoszech — mimo słabej bardzo znajomości języka włoskiego — otoczenie jest mi bliskie i jakby od dawna znane. Stało się to szczególnie wyraźne, gdy wskutek zmian stosunków politycznych miałem możliwość zetknięcia się z kulturą, cywilizacją i religią pochodzenia bizantyńskiego, inną i bardzo mi obcą.

*Studia prawnicze utwierdziły mnie w przekonaniu, że prawo nie jest nauką w tym znaczeniu jak nią jest historia, literatura i inne nauki humanistyczne, a tym bardziej nauki fizyczne, chemiczne i biologiczne; nie jest nauką o faktach, ale nauką o normach. Szczególnym urokiem nauk przyrodniczych jest to, że zawierają w sobie element tajemniczości, którego prawo jest całkiem pozbawione.*

Zdarza się, że na wybór tematu do badań eksperymentalnych wpływa czynnik przypadkowy; w moim przypadku takim czynnikiem było kupno w Warszawie monografii hinduskiego uczonego sir Jagadis Chunder Bose pod tytułem „The physiology of photosynthesis” (1924, Longmans, Green and Co., London, stron 287; jak również francuski przekład „La physiologie de la photosynthèse”, 1927, Gauthier-Villars, Paris, stron 302). Autor opracował zautomatyzowaną aparaturę do pomiaru objętości baniek gazowych wydzielających się z przekroju łodygi roślin wodnych na jednostkę czasu (na godzinę). Rośliną użytą w badaniach była *Hydrilla verticillata*, gatunek zbliżony do *Elodea canadensis*. Za pomocą tej metody autor systematycznie badał wpływ, jaki na natężenie fotosyntezy wywierały takie czynniki jak: natężenie światła, jej barwy, stężenie CO<sub>2</sub>, kwas jabłkowy, temperatura, światło przerywane, dzienny przebieg fotosyntezy i jeszcze inne.

Miałem z jednej strony podziw dla umiejętności, z jaką różnego rodzaju trudności techniczne zostały przez Bose’a pokonane, z drugiej jednak strony znana mi była rozprawa E. Godlewskiego nad dokładnością metody baniek, używanej już od lat w badaniach nad fotosyntezą [1]. Z rozprawy wynikało, że należy się liczyć z dużą ilością tlenu pochodzenia asymilacyjnego, uchodzącą wprost z rośliny do wody, a nie przez bańki. Można było przypuścić, że azot, który w bańkach zawsze się znajduje w dużych ilościach, stanowi kompensatę tlenu rozpuszczającego się wprost w wodzie.

Problem ten stał się przedmiotem moich badań przedstawionych w trzech rozprawach [2, 3, 4]; jeżeli pominąć szczegóły, to główny wynik da się streścić w twierdzeniu, że metoda baniek nie nadaje się do ścisłych badań, w których pożądana jest znajomość bezwzględnych ilości tlenu wydzielonych w danych warunkach; natomiast z uwagi na swą prostotę może mieć zastosowanie w demonstracjach na wykładach i w ćwiczeniach z fizjologii roślin dla studentów szkół wyższych. *Rozprawy moje były rzadko cytowane w literaturze, ale czytane i doprowadziły do skreślenia metody baniek jako metody odpowiedniej dla przeprowadzenia ścisłych badań nad fotosyntezą.*

W czasie, o którym mowa, znana mi była francuska biografia L. Pasteura pióra jego zięcia R. Valléry-Radot (La vie de Pasteur, 1900, Flammarion, Paris). W tej książce są omówione prace i odkrycia Pasteura nad szczególnymi izomerami chemicznymi zwanymi izomerami optycznymi albo antymerami. Te wyniki badań były jak wiadomo — punktem wyjścia monografii van’t Hoffa „Die Lagerung der Atome im Raume” (1877), w której została sformułowana tetraedryczna struktura atomu węgla, wyjaśniająca, na czym polega izomeria optyczna. Stwierdziłem, że o ile liczne były badania nad substancjami chemicznymi optycznie czynnymi, o tyle mało było badań nad pobieraniem, a ogólniej rolą spełnianą przez izomery optyczne w żywych organizmach, mimo że Pasteur stale podkreślał, że bardzo

ważną i wyłączną własnością życia jest synteza tylko jednego (np. lewego w aminokwasach) z obu możliwych izomerów optycznych.

Postanowiłem zająć się bliżej izomerią optyczną w odniesieniu do „życia”. Z uwagi na nową metodę oznaczania ilości nie pobranych izomerów optycznych wskazane jest udzielenie kilku wyjaśnień. Tematem badań było pobieranie izomerów optycznych przez kropidlaki z rodzajów *Aspergillus* i *Penicillium*. Pleśnie hodowałem w kolbkach okrągłych o pojemności 50 ml, napełnionych do połowy roztworem 300 mg kwasu winowego (w formie soli amonowej kwaśnej + dodatek drobnych ale niezbędnych soli mineralnych). Po wysterylizowaniu serię takich kolbek zaszczepiałem małą ilością spor pleśniaków i wstawiałem do termostatu o temperaturze stałej 27°C. Co kilka dni brałem 2—3 kolbki do analiz i oznaczałem nie pobrany kwas przez strącenie go jako kwaśną sól potasową z dodatkiem alkoholu etylowego (ok. 20 ml) dla zmniejszenia rozpuszczalności wytrąconej soli *potasowej kwaśnej*. Po odsączeniu mieszaniny wody i alkoholu i wysuszeniu osad miareczkowano ługiem solnym (n/100) i na podstawie wyników otrzymanych obliczano ilości pobranego kwasu winowego obu izomerów łącznie.

Dla oznaczenia ilościowego nadmiaru niepobranego izomeru (z reguły lewego) została opracowana metoda opisana w rozprawie pod tytułem „Polarimetric titrations of hydroksy-acids” (1937) [5]. Wykorzystano w niej znaczny przyrost rotacji izomeru w nadmiarze z wywołanym dodatkiem 1—2 ml stężonego roztworu molibdenianu amonu (zjawisko to jest znane w optyce pod nazwą egzaltacji optycznej). Jednak blisko stokrotny przyrost rotacji zależy od zbyt wielu czynników, jak pH, stężenie molibdenianu i kwasu winowego, żeby pozwolić na dokładne określenie ilości *izomeru* kwasu winowego w nadmiarze. Nowy pomysł polegał na optycznym zneutralizowaniu optycznie czynnego roztworu przez dodanie kwasu prawego w ilości niezbędnej dla otrzymania roztworu racemicznego. W tym celu rura polarymetryczna była ustawiona nieco skośnie i opatrzona bocznymi rurkami, które umożliwiały jej napełnienie i spuszczenie z powrotem do zlewki z badanym roztworem, nad którym znajdowała się *mikrobiureta* z mianowanym roztworem kwasu prawego. Przy pewnej wprawie wystarczyło 5—6 minut dla dokonania pomiaru. Wyniki tych pomiarów umożliwiały oddzielne oznaczenie każdego pobranego izomeru.

Za pomocą opisanej metody w *chronologicznie* pierwszej rozprawie [6] przedstawiłem dokładnie wpływ, jaki wywierają różne czynniki na pobieranie każdego z obu izomerów optycznych kwasu racemicznego (dl-winowego) przez kropidlaka *Aspergillus fumigatus*. Gatunek ten wyróżnia się tym, że w słabym stopniu pobiera izomer lewy, a łatwo prawy (w 100%). Rozprawa była zredagowana w języku polskim, ponieważ była pracą habilitacyjną (6), „Badania nad pobieraniem izomerów optycznych kwasu winowego przez kropidlaka *Aspergillus fumigatus* Fres.” 1937, nakł. Polskiej Akademii Umiejętności, stron 46. Równocześnie jednak z jej ogłoszeniem drukiem ukazało się obszerne francuskie streszczenie [7]. Przedmiotem badań były czynniki takie jak: stężenie substratu, temperatura, dodatek jonów różnych metali (Ca, Sr, Fe, Mn) oraz asparaginy i peptonu (—) i żelatyny. Nie miały one większego wpływu na pobieranie izomerów. Natomiast dodanie związków tworzących połączenia kompleksowe z kwasem winowym (kwas borowy, molibde-

nian amonu), zmniejszenie kwasoty, brak soli mineralnych i azotu obniżały procent pobieranego kwasu lewego. Dodatek kwasu jabłkowego lewego podnosił pobieranie lewego izomeru kwasu winowego racemicznego, natomiast dodatek kwasu dl-jabłkowego nieco obniżał pobieranie. Wpływ tych czynników przypisujemy zdeformowaniu drobin kwasu racemicznego, utrudniające mu większe pobieranie izomeru lewego.

Zakres badań uległ rozszerzeniu w dwu kierunkach. 1° wzięto do badań większą liczbę gatunków z rodzajów *Aspergillus* i *Penicillium* (18 gatunków *Aspergillus* i 3 gatunki *Penicillium*). 2° objęto badaniami jeszcze inne kwasy organiczne jak kwas jabłkowy i w słabej mierze mlekowy z asymetrycznym atomem węgla. Z reguły substratem, na którym hodowano kropidlaka był związek racemiczny (dl-jabłkowy lub dl-mlekowy). Część doświadczalna, przynajmniej w dużej mierze, została szczęśliwie ukończona latem 1939 r. Natomiast ich opracowanie liczbowe i zredagowanie przypadło na lata wojenne, a ogłoszenie drukiem w latach 1947—1949.

W rozprawie z 1947 r. [8] okazało się, że zdolność do wybiórczego pobierania obu izomerów kwasu dl-winowego waha się w zależności od gatunku — w bardzo szerokich granicach. Dane najniższe obserwowano dla *Pen. lilacinum*: 4,4% l (99,7% izomeru d), a najwyższe dla *Asp. versicolor*: 79,5% l (99,6% izomeru d) i *Asp. amstelodami*: 84,2% l (93,0% d). Wszystkie zbadane gatunki rozwijały się dobrze na kwasie prawym, a 11 również — słabiej — na kwasie lewym: były to — jak można było oczekiwać — te gatunki, które hodowane na racemacie pobierały nieco większe ilości antymeru lewego (od 20%).

Kwas jabłkowy (dl) był, obok kwasu dl-winowego, przedmiotem badań osobnej rozprawy (1948) [9]. Rozprawa zawiera jednak część teoretyczną na temat najodpowiedniejszych funkcji przedstawiających zużycie każdego z izomerów w zależności od czasu lub globalnego zużycia substratu d+l.

Selekcyjność w pobieraniu każdego z obu izomerów optycznych kwasu dl-jabłkowego była jeszcze raz przedmiotem badań [10]. Różnica w stosunku do kwasu dl-winowego polega na tym, że oba izomery są zużytkowane, jednak prawy prędzej od lewego. Różnicę tę łatwo wyjaśnić obecnością dwu atomów C asymetrycznych w kwasie winowym, a tylko jednego w kwasie jabłkowym. W szczególności przedmiotem zainteresowania było, czy zachodzi korelacja między ilościami w pobieraniu izomeru lewego antymeru w kwasie jabłkowym i kwasie winowym. Wbrew oczekiwaniu dane doświadczalne ujawniły nieznaczną i ujemną korelację; współczynnik korelacji wynosił  $r = -0,388$ .

Wzory wyprowadzone w wymienionej pracy wykorzystaliśmy dla wykazania asymetrycznego rozkładu estrów pod wpływem esteraz pochodzenia zwierzęcego (świnia, owca i królik) pod warunkiem, że jeden z partnerów estru zawiera co najmniej jeden asymetryczny atom węgla [10]. Wykorzystaliśmy tu dane z różnych czasopism Willstättera, Bamanna, Laeverenza i Kuhna zebrane w tomie II dzieła: R. Willstätter, Untersuchungen über Enzyme, 1928, Berlin, J. Springer.

6 listopada 1939 r. zostałem wraz z licznymi kolegami z Uniwersytetu i Akademii Górniczej aresztowany podstępnie przez władze niemieckie (tzw. Sonderaktion Krakau). Po spędzeniu ok. 3 tygodni w więzieniach wrocławskich przewieziono nas

do obozu koncentracyjnego w Sachsenhausen (ok. 30 km na północ od Berlina). Starsi koledzy (należałem do nich) zostali zwolnieni dnia 9 lutego 1940 r. na skutek licznych międzynarodowych starań i odesłani do Krakowa. Tu zastałem moją pracownię w gmachu Wydziału Rolnego zupełnie zniszczoną i wyrabowaną. Wszystko co nie było szkłem zostało przez Niemców albo wywiezione albo wprost zniszczone. Moi koledzy (nie aresztowani) rozkręcili moją aparaturę i pochowali jej części w różnych miejscach. Niestety, mimo pilnych poszukiwań, nie mogłem odnaleźć najważniejszej części polarymetru, tj. analizatora. Nie było mowy o kontynuowaniu badań, tym bardziej że budynek został przerobiony na biura głównego zarządu hitlerowskiego „General Gouvernement”.

W czasie okupacji byłem silnie zaangażowany w tajnym nauczaniu zorganizowanym przez tajny Uniwersytet Jagielloński (jego rektorem był prof. Szafer). Miałem jeden komplet biologów, którego uczestnicy (8 osób) zajmują dziś wysokie stanowiska w nauce. Ponadto uczyłem w kompletach złożonych ze studentów Wydziałów Rolnego i Farmaceutycznego. Nie było prawie dnia w tygodniu, żebym nie wykladał; wykład zwykle trwał 2 godziny. Pozytywnym — *inter alia* — wynikiem tych wykładów było to, że nauczyłem się wykladać z jednej strony zrozumiale, a z drugiej mimo to precyzyjnie.

Zakończenie wojny i okupacji hitlerowskiej stworzyło radykalną zmianę w naszej sytuacji i otworzyło perspektywy powrotu do normalnego życia. W moim jednak wypadku zmiana była mniej korzystna od oczekiwanej; byłem przeciążony pracą dydaktyczną; wykładami, seminariami, ćwiczeniami w kilku szkołach wyższych. Na wiosnę 1945 r. ze stopniem co najmniej docenta botaniki było nas 4 w Krakowie. Prof. Szafer był bardzo zajęty wykańczaniem opracowania flory kopalnej okolic Krościenka i nie podejmował wykładów poza przewidzianymi programem studiów biologicznych na *ówczesnym Wydziale Matematyczno-Biologicznym, który (nareszcie!) odłączył się jako osobny wydział z wydziału filozoficznego. Nieco później rozpadł się on na Wydział Biologii i Nauk o Ziemi oraz na Wydział Matematyczno-Fizyczno-Chemiczny*. Również prof. B. Pawłowski intensywnie pracował nad wykończeniem dzieła o florze Tatr i często wyjeżdżał w teren. Pani J. Wołoszyńska już wtedy niedomagała i nie mogła się podjąć nowych wykładów. Jako wykładowca na utworzonych katedrach botaniki pozostawałem ja jeden, a liczba nowych katedr botaniki zwiększyła się. Na Wydziale Rolniczym musiałem objąć katedrę botaniki w zastępstwie prof. Roupperta przebywającego za granicą. Ponadto przybyła katedra botaniki na Wydziale Leśnym — zresztą niebawem zlikwidowanym — na której również wykładałem botanikę. Powstała Wyższa Szkoła Pedagogiczna, w której wykładałem botanikę i fizjologię roślin. Zaraz po wyhabilitowaniu się opuścił Kraków, jesienią 1947 r., docent (obecnie profesor) S. Sulma i objął katedrę botaniki farmaceutycznej w Gdańsku. Musiałem po nim objąć wykłady z botaniki i fizjologii w Instytucie Pedagogicznym w Katowicach, kierowanym przez prof. Pietera. Wykłady i ćwiczenia odbywały się raz na tydzień po południu od godz. 15—18. Prowadziłem te wykłady przez 5 lat dla dwu trzyletnich kursów przeznaczonych dla nauczycieli szkół średnich, którzy pragnęli podnieść swe kwalifikacje i mieć prawo wykładania w klasach wyższych. Z tych wykładów mam jak

najlepsze wspomnienia. Uczestnicy zgłaszali się dobrowolnie i nikogo do nauki — jak w szkole średniej — nie przymuszano. Ponadto uczestnicy mieli już wiadomości z botaniki, dzięki czemu można było podnieść poziom wykładów.

Z czasem jednak sytuacja się poprawiła. Pani prof. A. Kozłowska wróciła z Warszawy do Krakowa i objęła katedrę botaniki na ówczesnym Wydziale Rolniczym (późniejszej Akademii Rolniczej). Prof. J. Zurzycki (wtedy docent) podjął się wykładów z botaniki w Wyższej Szkole Pedagogicznej i postawił je na wysokim poziomie. Z tego okresu pochodzą dwie rozprawy [12, 13], w szczególności których nie ma potrzeby wchodzić, wystarczy powiedzieć, że dotyczą one zagadnienia wtedy żywo dyskutowanego, mianowicie — ile potrzeba kwantów energii świetlnej dla rozkładu jednej drobin  $\text{CO}_2$  podczas fotosyntezy.

Namówiony przez ówczesnego dziekana, prof. S. Smreczyńskiego, zredagowałem skrypt w 3 częściach z fizjologii, ściślej metabolizmu roślinnego (razem stron 722, lata 1954—1958). Został on szybko rozkupiony i jego konsekwencją było podpisanie umowy z PWN o napisanie podręcznika z fizjologii roślin. Jego napisanie zajęło mi blisko 3 lata i do dziś dnia żałuję czasu, który na ten cel zmarnowałem.

Na marginesie obszernego rozdziału o przyswajaniu dwutlenku węgla ogłosiłem 4 rozprawy dotyczące fotosyntezy. Przedmiotem dwu z nich [14, 16] było sprecyzowanie funkcji, wyrażającej zależność między natężeniem fotosyntezy a natężeniem światła. W pierwszej z nich wykazywałem, że zależnie od natężenia światła (słabego, średniego i silnego) wymagane są 3 równania, ponieważ w każdym z nich był inny czynnik ograniczający natężenie fotosyntezy. Natomiast w drugiej rozprawie na światło zapatrywałem się jako strumień fotonów, czyli na proces w zasadzie nieciągły. Zgodność otrzymanych krzywych z wynikami doświadczalnymi Winokura nad fotosyntezą gatunków z rodzaju *Chlorella* była bardzo dobra (Winokur M., 1948, Photosynthesis relationships of *Chlorella* species. Amer. Journal of Botany, vol. 35, pag. 204—214).

Druga rozprawa — w pewnym skrócie [17] — była wygłoszona na jednym z zebrań zorganizowanych przez Instytucję — Colloques Internationaux du Centre National de la Recherche Scientifique w Gif-sur-Yvette et Saclay, 23—27 lipca 1962 (publikacja nr 119 pod tyt. La Photosynthèse).

Trzecia rozprawa [15] — (brak dalszego ciągu akapitu). W publikacji przedstawiona została prosta metoda obliczenia wydajności kwantowej. Do obliczenia wymogu kwantowego  $R_q$  wykorzystuje się zawieszinę glonów w dwóch różnych grubościach, których wzajemny stosunek wynosi 1 : 2. Pomiar tych zawiesin wykonuje się w słabej intensywności światła. Z rozważań teoretycznych wyprowadzono równanie

$$R_q = A t f \lambda \frac{2m_1 - m_2}{m_1^2}$$

gdzie:  $m_1$ ,  $m_2$  kontowe współczynniki określone z danych eksperymentalnych;  $A$  — powierzchnia przekroju naczynka monometrycznego;  $t$  — czas,  $\lambda$  — długość fali światła w nm;  $f$  — współczynnik liczbowy zależny od użytych jednostek intensywności fotosyntezy i światła (zrypek Red.).

W roku 1962 spotkał mnie zaszczyt wygłoszenia wykładu z biologii na uroczystości otwarcia nowego roku szkolnego na Uniwersytecie Jagiellońskim. Z powodu spóźnionej pory skróciłem silnie wykład, ale za to wydrukowałem go w „Wiadomościach Botanicznych”, 1963, tom VII, strony 91—112. Jest ona o tyle dla mnie ważna, że zawierała w skrócie problemy, którymi w dalszym ciągu miałem się zająć, między innymi entropią organizmu.

Choć z jednej strony przeklinam chwilę, w której zgodziłem się na napisanie podręcznika fizjologii roślin, to z drugiej strony nie mogę zaprzeczyć, że właśnie ten podręcznik stał się punktem wyjścia mojego obecnego zainteresowania naukowego. Drugi tom miał obejmować rozdział o energetyce świata roślinnego. Do najważniejszych pojęć energetycznych należy energia swobodna (obecnie coraz częściej używa się terminu entalpia swobodna). Przeglądając monografie z fitofizjologii przekonałem się, że ich autorzy przeważnie kilkanaście, lub rzadziej, nieco więcej wierszy poświęcają temu zagadnieniu. Jeżeli czytelnik wie skądinąd, co to jest energia swobodna, to nie będzie miał trudności w zorientowaniu się o co chodzi; w przeciwnym razie treść tekstu staje się trudno zrozumiała dla niego. Inni autorzy odsyłają czytelnika do monografii termodynamicznych, niedostępnych dla przeciętnego biologa z powodu zmatematyzowania tekstu.

Postanowiłem, kosztem jego przedłużenia, tak napisać mój tekst, żeby po jego przestudiowaniu czytelnik jasno rozumiał, co to jest swobodna energia. Otóż — jak wiadomo — do wzoru na tę energię wchodzi wyraz  $T \cdot \Delta S$ , iloczyn temperatury i zmiany entropii. Z kolei nieuniknione było wyjaśnić co to jest entropia. Przyszła mi też do głowy myśl, żeby napisać w rozdziale o energetyce jeden lub dwa paragrafy o entropii organizmu roślinnego i przyczynić się do zwiększenia oryginalności podręcznika. Ta entropia właśnie przekreśliła napisanie II tomu podręcznika.

Przerwałem zatem redagowanie podręcznika na — jak mi się wtedy zdawało — 3—4 miesiące, a zająłem się entropią. Choć to pojęcie znane mi było ze studiów uniwersyteckich (chodziłem na wykład termodynamiki prof. Wł. Natansona), mimo to wymagało ono dokładnego przestudiowania termodynamiki. Odczytałem wtedy bardzo starannie „What is Life” Schrödingera i mimo podziwu dla tego szkicu niektóre twierdzenia budziły u mnie zastrzeżenia. Na przykład w art. 57 neguje on znaczenie oddychania jako dostawcy energii niezbędnej dla utrzymania organizmu przy życiu. Lektura „What is Life” utwierdziła mnie w przekonaniu, że pomostem między fizyką a biologią jest entropia. Próba zastosowania entropii do problemów biologicznych okazała się tak interesująca, że nie byłem w stanie się od niej oderwać i wrócić do redagowania podręcznika fitofizjologii. Doszło wtedy do zerwania umowy z PWN. Wynik moich blisko trzyletnich badań przedstawiłem w obszernej monografii (100 stron dużego formatu) wydanej przez Zakład Fizjologii Roślin PAN pod tytułem „Plant Growth and Entropy Production” [19].

Rozprawa składa się z dwóch części. W pierwszej wykorzystałem dane Tamiya i współpracowników (Yamamoto i Yamagata) nad energetyką *Aspergillus oryzae* dla obliczeń zmian entropii towarzyszących rozwojowi pleśni. Na mniejszą skalę podobnie postąpiłem z danymi Battleya nad gatunkiem drożdży *Saccharo-*



*myces cerevisiae* i z danymi Winokura zawartymi w rozprawie „Growth relationships of *Chlorella* species”. Natomiast druga część zawierała dane, z których korzystano w części pierwszej — jak obliczenie entropii standardowych dla glukozy, laktozy i tlenu rozpuszczonego w wodzie, przeliczenie danych Battley'a na entropię, skład pożywek i faz gazowych, związek między entropią a informacją, dokładność oznaczeń pomiarów entropii itp.

Po 3 latach byłem do tego stopnia zmęczony pracą, że marzyłem o tym, żeby się jak najprędzej ukazała w druku. Moje życzenie spełniło się, gdy zgodziłem się na wydrukowanie jej metodą kserograficzną (wtedy w Polsce mało znaną) w liczbie 350 egzemplarzy. Dużą ich liczbę rozesałem do instytutów i katedr biologicznych wszystkich części świata. Korzystna dla mnie wzmianka o tej monografii znajduje się w przypisku na str. 93 książki znanego biofizyka H. J. Morowitza: „Energy Flow in Biology” (Academic Press, 1968).

Rozprawa o entropii świata roślinnego z 1968 r. jest moją najważniejszą pracą naukową. Nie tylko zawiera ona metody i wzory dla obliczenia entropii i jej zmian towarzyszących ontogenezie organizmu roślinnego, ale implikuje ona *in nuce* pojęcia, które wprowadziłem do nauki w dalszych publikacjach, chodzi tu przede wszystkim o pojęcie eutaksji.

Po ogłoszeniu rozprawy: „Plant Growth and Entropy Production” doszedłem do przekonania, że moja wiedza o entropii w ogóle, a w szczególności o entropii organizmu jest na tyle duża, że upoważnia mnie do napisania monografii o entropii żywego organizmu. Nie przestałem jednak ogłaszać od czasu do czasu krótkich rozpraw na temat entropii ustroju roślinnego czy zwierzęcego. Rozprawa z 1968 r. [20] podkreśla konieczność uwzględnienia w badaniach nad entropią organizmu jego skomplikowanej struktury. Próba jej obliczenia prowadziła do ujemnych wartości entropii, oznaczanych symbolem  $-S_6$ . Ujemny znak był źródłem trudności, które próbowałem rozwiązać na kilka sposobów, na ogół mało zadowalających. Doszedłem do wniosku, że ujemna entropia jest wyrazem zdolności organizmu do organizowania materii w określony sposób i że podczas tej czynności wyczerpuje się i stopniowo zanika.

Uważałem, że wskazane byłoby ogłosić rozprawę w języku francuskim celem zainteresowania entropią organizmu naukę francuską i uczonych chętnie korzystających z tego języka. W 1968 r. ogłosiłem rozprawę, która streszczała me poglądy na entropię żywego organizmu pod tytułem „Entropie structurale des organismes” [21]. Nie zostawiła żadnego śladu, co skłonny byłem częściowo przypisywać brakowi zainteresowania się biologów tym problemem. W rozprawie z 1969 r. [22] polemizowałem z Trinczerem, że jego przypuszczenie, iż entropia wody w erytrocytach jest jakby w stanie quasistałym, wynika z zastosowania niewłaściwego wzoru Eyringa. Jeżeli użyć poprawnego wzoru, to otrzymuje się znacznie wyższe wartości.

Problemem, który pozostaje w ścisłym związku z entropią rozwoju organizmu, jest mechanizm zapewniający semi-konserwatywną separację obu składowych (tj. pojedynczych helis) (DNA) podczas podziału komórkowego. W bakterii *Escherichia coli* jedyny chromosom (tzw. genofor) ma długość blisko 1 mm (960  $\mu$ m). Mimo to musi się on podzielić na dwie składowe w ciągu 30 minut, czyli czasu podziału

komórki. Ogólnie przyjmuje się, że separacja obu składowych podwójnej helisy DNA zachodzi na drodze odwijania się jednej pojedynczej helisy względem drugiej. Łatwo obliczyć, że szybkość obrotu helis względem siebie jest rzędu 150 obrotów na sekundę. Jeżeli wziąć pod uwagę, że blisko 1 mm długi genofor musi być wielokrotnie zwinięty w jakąś superhelisę lub pofałdowany, żeby się zmieścić w małej przestrzeni nuklearnej, ledwo 2  $\mu$ m długiej komórki bakteryjnej, to dochodzi się do wniosku, że rozdział na drodze rotacyjnego odwijania jest na granicy niemożliwości i że należy szukać innych sposobów separacji składowych podwójnych helis. Dokonaliśmy czterech takich prób [23, 24, 28, 31], jednak straciły one na aktualności z uwagi na nowy model strukturalny podwójnej nici DNA i dlatego jedynie o nich wspominamy. Uzupełnieniem tych rozpraw jest praca [24], w której wykazujemy, że ruch termiczno-molekularny jest niezdołny z powodu swej chaotyczności do dokonania tak skomplikowanej operacji, jaką jest separacja podwójnych helis na pojedyncze.

Dość obszerna rozprawa z 1975 r. [26], miała na celu dokonanie przeglądu różnych modyfikacji rotacyjnego odwijania składowych podwójnych helis DNA i zwrócenie uwagi na niezwykle trudności, jakie ten mechanizm nastęrcza. Mam powody do przypuszczenia, że nie była ona bez wpływu na sformułowanie nowego modelu strukturalnego podwójnej nici DNA. Krótka rozprawa z 1975 r. [27] była uzupełnieniem rozprawy, o której mowa. Zwracałem w niej uwagę, że tzw. „rolling circle model” jest za daleko posuniętym uproszczeniem stanu faktycznego.

Przedmiotem rozprawy z 1976 r. [29] była różnica, jaka zachodzi między rozwojem organizmu a procesem przebiegającym w układzie nieożywionym: przykładem było stygnięcie kuli ogrzanej do 100°C. W zasadzie ortogeneza organizmu jest zdeterminowana przez jej informację genetyczną, która z kolei jest wynikiem przeszłości ewolucyjnej danego gatunku. Tymczasem przebieg procesu układu nieożywionego jest określony przez stan, w jakim on się w danej chwili znajduje, a niezależnym od przeszłości układu. Jest to zasadnicza różnica między układem nieożywionym a organizmem. Streściłem ten stan rzeczy w twierdzeniu, że genetyczna informacja kieruje procesami, których nie wytwarza, natomiast czynniki fizyczne wytwarzają procesy, którymi nie kierują.

Jak już wyżej wspomniałem, powyższe krótsze czy dłuższe rozprawy ukazywały się na marginesie mojego głównego zajęcia, jakim było napisanie monografii o entropii żywego organizmu jako pewnej strukturalnej i funkcjonalnej całości.

*Na drugim miejscu w końcowej części monografii doczekały się omówienia węższe procesy zachodzące w ciągu rozwoju żywego ustroju.* Nie jestem w stanie dokładnie przypomnieć sobie chwili rozpoczęcia monografii. Prawdopodobnie przypada to na październik 1968 r.

Monografia przeznaczona jest dla biologów, a nie dla fizyków, których by irytował niski poziom matematyczny. Uważałem, że niewłaściwie byłoby przyjąć, iż czytelnik wie, co to jest entropia i zna kilka najważniejszych wzorów; byłem zdania, że należy część biologiczną monografii poprzedzić obszernym wstępem termodynamicznym, ze szczególnym uwzględnieniem pojęcia entropii. Z tego powodu moim staraniem było wyjaśnić, na czym polega entropia. Aparat matematyczny

nie wykraczał poza algebrę, logarytmy naturalne i elementarne funkcje trygonometryczne jak sinus czy cosinus. Uważałem zgodnie z Arciszewskim, że skomplikowane wzory matematyczne mają często tylko znaczenie dekoracyjne.

Punktem wyjścia było stwierdzenie, że jesteśmy otoczeni nie tylko energią i materią, ale również porządkiem i chaosem. Układy naszego bliższego i dalszego otoczenia zawsze zawierają pewną ilość porządku obok chaosu. Objąsniałem to na przykładach kryształu i gazu. Również proces zachodzący w układzie i przeprowadzający go ze stanu wyjściowego A do końcowego B jest zawsze skojarzony ze zmianami ilościowymi porządku i chaosu zachodzącymi w samym układzie jak i w jego otoczeniu, a przyczynowo z nim związanymi.

Entropia została określona jako miara ilości chaosu zawartego w układzie albo jako jej przyrost, jeżeli przedmiotem naszej uwagi był proces  $A \rightarrow B$ . Tej definicji trzymaliśmy się konsekwentnie w ciągu całej monografii.

Niech  $V$  oznacza przestrzeń, w której znajduje się  $n$  atomów gazu jednoatomowego, np. argonu (jest to najprostszy wypadek i dlatego na nim przeprowadzam naszą argumentację). Przestrzeń  $V$  dzielimy na bardzo wielką liczbę  $r$  bardzo małych sześcianów, czyli elementów przestrzennych  $\Delta v$ . Długość krawędzi elementu  $\Delta v$  jest tak dobrana, żeby w elemencie  $\Delta v$  było miejsce na tylko jeden atom. Wtedy  $r - n$  jest liczbą nieobsadzonych elementów  $\Delta v$ . Atomy argonu — w liczbie  $n$  — możemy rozmieścić pomiędzy elementy  $\Delta v$  w liczbie  $r$  na bardzo wielką liczbę  $N$  sposobów ( $N$  bardzo wielkie). W kombinatoryce wykazuje się, że  $N$  określa wzór poniższy:

$$N = \frac{r^r}{n^n \cdot (r-n)^{(r-n)}} \quad (a)$$

Łatwo obliczyć, że np. dla  $r = 100$ , a  $n = 40$  liczba  $N$  różnych rozmieszczeń wynosi  $N = \text{ok. } 10^{29}$ , a ani 100 ani  $n = 40$  nie są dużymi liczbami (dla dużych  $r$  i  $n$  liczby  $N$  są ogromne). Im większe  $V$ , czyli  $r$  i im większe  $n$  (do pewnej granicy) tym większe  $N$ , tym większy jest chaos. Jednak okazuje się, że nie  $N$ , ale wyrażenie  $k \cdot \ln N$  jest poprawną miarą chaosu, czyli że entropia układu wynosi:

$$S = k \cdot \ln N \quad (b)$$

gdzie:  $k$  jest tzw. stałą uniwersalną Boltzmanna, ( $k = 1,38056 \cdot 10^{-16}$  erg/°K), a  $\ln$  jest skrótem od logarytm naturalny. W układach bardziej złożonych (np. kilka rodzajów atomów) wzory na  $N$  stają się bardziej skomplikowane, ale zawsze entropię wyraża równość (b).

Ponadto wyprowadziliśmy rozróżnienie między entropią statystyczną, wynikającą z chaotycznego ruchu cząstek elementarnych jak atomy, drobiny, jony, fotony itd., a entropią termodynamiczną, określoną równością  $\Delta S \dots q_r/T$ , gdzie  $\Delta S$  jest przyrostem entropii,  $q_r$  wymienioną (odwracalnie) ilością ciepła między układem i otoczeniem, a  $T$  jest temperaturą wymiany w skali Kelwina. Również mieszanie się elementów dwu różnych zbiorów (np. gazów) uważaliśmy za proces, z którym jest skojarzony przyrost dodatni entropii.

Przedmiotem dalszych rozdziałów były wzory na przyrosty (+ lub -) entropii

zachodzące w procesach fizycznych i chemicznych, II i III zasada termodynamiki; entropia wody i entropia światła. *Jeżeli zachodziła potrzeba przytaczaliśmy procesy fizyczne i chemiczne, a unikaliśmy korzystania z procesów biologicznych, odkładając ich dyskusję do dalszych rozdziałów, gdzie jest mowa o organizmie.*

Druga część monografii obejmowała w wstępie dwa dużych rozmiarów rozdziały: były one przeglądem organizmów niższych i wyższych z punktu widzenia porządku, jaki w nich panuje. Porządek ten obserwujemy na kilku poziomach, zaczynając od komórkowego (a nawet i submolekularnego zdaniem Szent-Györgyi) i idąc następnie przez poziom tkankowy organów i wreszcie samego organizmu. Przedmiotem osobnego rozdziału była entropia termodynamiczna organizmu, który jako przedmiot materialny nie mógł być jej pozbawiony. Trudności w jej oznaczaniu metodami klasycznymi zmuszają termodynamików do stosowania metod pośrednich, obecnie mało dokładnych. W dalszym rozdziale poruszono entropię wody jako środowiska życia. W dwu obszernych rozdziałach omówiono entropię ontogenezy, czyli zmiany entropii towarzyszące wymianie materii i energii między organizmem a otoczeniem w ciągu rozwoju od zygoty, czy spory, do stadium dojrzałości. Na większą skalę organizm (lądowy) wymienia z otoczeniem (atmosferą) wodę i parę wodną, tlen i dwutlenek węgla w procesie oddechowym. Z tymi procesami są skojarzone poważne zmiany entropii. Sprawiają one, że organizm w ciągu życia jest producentem dużych ilości entropii.

Tytuł dalszego rozdziału, mianowicie „Entropia strukturalna” zawiera w sobie sprzeczność. Entropia jest miarą chaosu, a porządek jest ściśle związany ze strukturą. Nie może zatem miara chaosu nadawać się do pomiaru porządku. Jednak okazuje się, że „entropia strukturalna” jest ujemną wielkością w stosunku do entropii; jest zatem wyrazem porządku, ponieważ porządek = -chaos. Nie ulegało dla nas wątpliwości, że miara porządku pozostaje w takim stosunku do porządku jak entropia, czyli miara chaosu do chaosu:

$$\text{entropia} : \text{chaos} = \text{miara porządku} : \text{porządek}$$

Dla pojęcia miary porządku wprowadziliśmy termin „eutaksja” (od greckiego taksis = porządek). Jest jednak zrozumiałe, że człowiek dzięki temu, że posiada eutaksję, przekazuje ją w pewnej mierze zrobionym przez siebie przedmiotom. Z tego samego powodu przedmioty wykonane przez zwierzęta, jak gniazda, mrowiska, pajęczyny, zapory zbudowane przez bobry itp. również posiadają nieco eutaksji.

Określenie eutaksji jest najważniejszym wynikiem naszych badań nad entropią żywego organizmu.

Jeszcze kilka słów o metodzie jej obliczania. Wymagana jest znajomość składu elementarnego organizmu (przynajmniej jego głównych składników jak C, H, O, N) oraz objętość  $V$  organizmu. Jest ona podzielona na bardzo wielką liczbę bardzo małych sześciątów w liczbie  $r$ . Ich rozmiary są takie, że w jednym sześciacie jest miejsce na tylko jeden atom albo jedną drobinę wody. Atomy i drobinę wody organizmu można rozmieścić w  $r$  sześciatach na bardzo wielką liczbę  $N$  sposobów ( $N$  bardzo duże). Organizm jest realizacją jednego z tych  $N$  możliwych rozmieszczeń.

Stąd wynika, że eutaksja =  $k \cdot \ln N$  ( $k$ -stała Boltzmann =  $1,38054 \cdot 10^{-16}$  erg/°K).  $N$  ma nieco inne, węższe znaczenie niż we wzorach (a) i (b), ponieważ określa ono liczbę sposobów rozmieszczenia atomów i drobin wody w objętości  $V$  zajętej przez organizm. Ponadto  $N$  obejmuje tylko połączenia międzycząsteczkowe dopuszczalne z punktu widzenia chemicznego, np. wyklucza ono wiązania typu O—O—O lub N—N—N.

Rozdział XIX (przedostatni) zawiera krytyczne uwagi o metodach oznaczania entropii oraz zagadnienia mniejszego kalibru, których nie było sposobności poruszyć w poprzednich rozdziałach. W rozdziale XX (ostatnim) doczekały się omówienia obce rozprawy o entropii organizmu. Najbardziej interesująca jest praca J. Ambrose'a, w której udowadnia on, że tkanka zaatakowana przez nowotwór jest pod względem swej struktury mniej zwarta i jest bardziej nieuporządkowana w porównaniu do tkanki zdrowej, czyli że posiada większą entropię. Wykazuje się to za pomocą mikroskopu polaryzacyjnego. Również interesująca jest z punktu widzenia entropii rozprawa Schönheimera nad dynamicznym stanem organizmu.

Niezależnie od monografii i niejako na jej marginesie ogłosiłem 3 artykuły o entropii strukturalnej. Dwa z nich są zredagowane w języku polskim [30 i 33]. Pierwszy streszczał mój wykład wygłoszony w Rabce na zebraniu naukowym asystentów Wydziału Biologii i Nauk o Ziemi UJ zorganizowanym przez władze Uniwersytetu Jagiellońskiego. Drugi artykuł [33] został napisany na życzenie czasopisma „Problemy”. Jednak najważniejszą z punktu widzenia treści jest rozprawa ogłoszona w „Folia Biologica” w 1978 r. [32]. Zostało w niej sprecyzowane pojęcie eutaksji jako miary porządku organizmu.

Jesienią 1977 r. zwrócił mi uwagę prof. H. Szarski, że w kwartalniku nowozelandzkiej Akademii Nauk (Journal of the Royal Society of New Zealand, vol. 7, nr 3, 1977) znajduje się artykuł o strukturze DNA i że moja rozprawa z 1975 r. jest tam cytowana. Pożyczyłem zeszyt i dowiedziałem się z niego, że jest to chronologicznie druga rozprawa [35] na temat nowego modelu strukturalnego DNA. Pierwsza [34] ukazała się rok wcześniej w rozprawach Akademii Nauk USA. Autorami obu rozpraw byli profesorowie wydziałów inżynierii elektrycznej i chemii uniwersytetu Canterbury w Nowej Zelandii, a zatem nie biologzy. Po zapoznaniu się z rozprawami od razu zorientowałem się, że nowy model redukuje, jeśli nie do zera, to w każdym razie do małych rozmiarów, trudności, jakie nastęca separacja składowych na drodze ich rotacyjnego odwijania się w klasycznym modelu Watsona — Cricka. Nowy model polega na zastąpieniu dwu linii helikoidalnych przez dwie przebiegające obok siebie linie sinusoidalne, równoległe do osi układu. Stałem się zwolennikiem nowego modelu, czemu dałem wyraz ogłaszając dwie prace o nim [36 i 37].

Należy jeszcze dodać, że poza rozprawami ściśle naukowymi musiałem napisać 3 szkice treści historyczno-naukowej [38, 39 i 40]. Ponadto zredagowałem rozdział w tomie III „Problemów Ewolucjonizmu” [41] i rozdział „Fizjologia Roślin” (strony 563—604) w „Biologia XX wieku” [42].

## PRACE CYTOWANE

- [1] E. Godlewski, O metodzie oznaczania szybkości przyswajania za pomocą obliczania pęcherzyków gazowych wydobywających się z rośliny pod wodą. I tom Sprawozd. Wydz. Matem.-Przyr. Akademii Umiejętności, 210-246, (1874).
- [2] F. Górski, Recherches sur les méthodes de mesure de photosynthèse chez les plantes aquatiques submergées. Acta Soc. Botan. Pol., VI, 1—29 (1929).
- [3] F. Górski, Sur la précision de la méthode de la numération des bulles dans les recherches de photosynthèse. Bull. Intern. de l'Acad. Polon. des Scien. et des Lettres, Classe des Scien. Math. et Natur., 1—37 (1930).
- [4] F. Górski, Gas interchange in aquatic plants during photosynthesis. Ibidem, Ser. BI, 177—198 (1935).
- [5] F. Górski, Polarimetric Titration of hydroxy-acids. Ibidem, Ser A: Scien. Math., 239—243 (1937).
- [6] F. Górski, Badania nad pobieraniem izomerów optycznych kwasu winowego przez kropidlaka *Aspergillus fumigatus* Fres. Rozpr. Wydz. Matem.-Przyr. PAU, t. LXXI, Dz. B. 175—220 (1937).
- [7] F. Górski, Recherches sur l'utilisation des antipodes optiques de l'acide racémique par *Aspergillus fumigatus* Fres. Bull. Intern. de l'Acad. Polon. des Scien. et des Lettres, Ser, BI, 89—105 (1937).
- [8] F. Górski, Recherches sur l'utilisation des inverses optiques de l'acide racémique par les *Aspergilles*. Ibidem, Ser. BI, 35—59 (1947).
- [9] F. Górski, Pouvoir sélectif des végétaux hétérotrophes dans l'utilisation des inverses optiques, Ibidem, Ser. A, 168—201 (1948).
- [10] F. Górski, The utilization of racemic malic acid by *Aspergillus* and *Penicillium* species. Ibidem. Ser. BI. 1—14 (1949).
- [11] F. Górski, Contribution à l'étude de l'hydrolyse dissymétrique effectuée par des estérases. Acta Soc. Botan. Polon., 20, 577—587 (1950).
- [12] F. Górski, Contribution to the theory of limiting factors. Ibidem. 22, 1—31 (1953).
- [13] F. Górski, Quantum requirement in photosynthesis. A new method for its estimation. Ibidem, 22, 459—474 (1953).
- [14] F. Górski, A contribution to the relation between photosynthesis and light intensity. Acta Biol. Cracoviensia, Ser. botanica, 3, 61—71 (1960).
- [15] F. Górski, A simple method for the determination of the quantum yield of photosynthesis. Ibidem, 3, 73—80 (1960).
- [16] F. Górski, The equation of the light curve of photosynthesis. Ibidem. 4, 75—96 (1961).
- [17] F. Górski, Equation de la courbe de photosynthèse en fonction de l'intensité lumineuse. Colloques Internationaux du Centre de la Recherche Scientifique, Gif-sur-Yvette et Saclay, 23—27 Juillet 1962. W „La Photosynthèse”, No. 119, str. 103—112. Wyd. Centre Nat. de la Recherche Scient. Paris (1963).
- [18] F. Górski, Struktura żywej materii. Fakty i Problemy. Wiad. Botan., VII., 91—112 (1963).
- [19] F. Górski, Plant Growth and Entropy production, Wyd. Zakładu Fizjologii Roślin PAN, str. 102, Kraków (1966).
- [20] F. Górski, Entropy of living matter and the problem of reductionism in biology. Bull. Acad. Polon. des Scien., Cl., II Ser. des Scien. Biol., 16, 121—126 (1968).
- [21] F. Górski, Entropie structurale des organismes. Acta Biol. Cracoviensia, 11, 39—57 (1968).
- [22] F. Górski, Entropy of water bound in the mammalian erythrocyte. Bull. Acad. Polon. des Scien., Cl. II, Ser. Scien. Biol., 17, 129—132 (1969).
- [23] F. Górski, The separation of the DNA strands of the bacterial chromosome. Ibidem, 18, 131—136 (1970).
- [24] F. Górski, The separation of the strands of the DNA double helix, a hypothesis. Ibidem, 19, 573—578 (1971).
- [25] F. Górski, Strand separation of DNA double helices by thermal motion. Ibidem, 22, 471—478 (1974).
- [26] F. Górski, Critical review of the mechanisms separating the strands of DNA double helices during cell division. Folia Biologica, 23, 81—111 (1975).

- [27] F. Górski, DNA replication: the rolling circle model: critical remarks. *Bull. Acad. Polon. des Scien., Cl. II, Ser. des Scien. Biol.*, **23**, 785—792 (1975).
- [28] F. Górski, Space deformation as a separation mechanism of DNA double helix strands. *Folia biol.*, **24**, 157—175 (1976).
- [29] F. Górski, Modern interpretation of Haeckel's biogenetic law. *Bull. Acad. Polon. Scien., Cl. II*, **24**, 233—236 (1976).
- [30] F. Górski, Entropia strukturalna organizmów. *Zeszyty Naukowe Uniw. Jagiell. 464, Prace z biol. molekularnej*, zeszyt **4**, 27—38 (1977), PWN, Warszawa-Kraków.
- [31] F. Górski, Space deformation as a separation mechanism of DNA double helix strands, Part II, (Torsion). *Fol. Biol.*, **25**, 285—309 (1977).
- [32] F. Górski, Structural entropy of organisms. *Ibidem*, **26**, 263—275 (1978).
- [33] F. Górski, Entropia strukturalna. *Problemy*, zesz. nr 1, 2—8 (1980).
- [34] Rodley G. A., Scobie R. S., Bates R. H. T. and Lewitt R. M., A possible conformation for double polynucleotides. *Proc. Nation. Acad. Sci. USA*, **73**, 2959—2963 (1976).
- [35] Bates R. H. T., Lewitt R. M., Rowe C. H., Day J. P. and Rodley G. A. *Jour. of the Royal Soc. of New Zealand*, **7**, 273—301 (1977).
- [36] F. Górski, A new DNA model (SBS). Critical remarks. *Bull. Acad. Polon. Scien., Cl. II, Ser. Sci. Biol.*, **27**, 717—722 (1980).
- [37] F. Górski, A comparison of the Watson-Crick DNA structural model with the new „Side by Side” model. *Fol. Biol.*, **28**, 211—224 (1980).
- [38] F. Górski, rozdział pt. „Oddział Krakowski”, str. 40—56, w książce „50 lat Polskiego Towarzystwa Botanicznego”. *Wyd. PAN, Ossolineum* (1972).
- [39] F. Górski, Botanika w działalności Akademii Umiejędności, str. 287—295, w książce „Polska Akademia Umiejędności 1872—1952; Nauki Lekarskie, Ścisłe, Przyrodnicze i o Ziemi”. *Wyd. Ossolineum* (1974).
- [40] F. Górski, Polscy biologowie w nauce świata, str. 457—486, w książce „Wkład Polaków do kultury świata” *Wyd. Tow. Nauk. Katol. Uniw. Lubelskiego, Lublin* 1976.
- [41] F. Górski, Idea ewolucji w fizjologii roślin, str. 211—230, w tomie III książki „Problemy Ewolucjonizmu”, *wyd. PWRiL, Warszawa* 1958.
- [42] F. Górski, Fizjologia roślin, rozdz. XXIII, Str. 563—604, w książce „Biologia XX wieku”, *Wyd. Wiedza Powszechna, Warszawa* 1971.

**Dziela omawiane, ale nie cytowane w tekście „Autobiografii”**

- [1] F. Górski, Zarys fizjologii roślin, cz. I, Kraków 1955, PWN, str. 333; Cz. II, Łódź—Kraków, PWN, str. 241; Cz. III, Kraków 1959, PWN, str. 149 (Skrypt).
- [2] F. Górski, Fizjologia roślin, Tom I, PWN, Warszawa 1962, stron 607.