

STRESZCZENIE

Wiele osiągnięć naukowych oraz dokonań w różnych obszarach nauk o życiu dało początek biologii molekularnej w ubiegłym wieku. Na przełomie wieków Polska formalnie nie istniała, jednakże dla znacznej liczby naukowców funkcjonujących na tych terenach nie było to ograniczeniem w wytyczaniu nowych szlaków, dokonywaniu fundamentalnych odkryć czy szkoleniu nowego pokolenia znamiennych ludzi nauki. Chcemy opowiedzieć historię początków biologii molekularnej z polskiej perspektywy, poprzez przybliżenie najważniejszych odkryć naukowców związanych z Polską i jej terytorium.

WPROWADZENIE

Na przełomie XIX i XX wieku wydawało się, że człowiek poznał już cały świat. Dzięki podróżom Jamesa Cooka czy Charlesa Marie de La Condamine wyznaczono dokładne mapy świata, a badania Karola Darwina i Aleksandra von Humbolta stały się podstawą do narodzin nowych dziedzin wiedzy, które ogólnie nazywano naukami przyrodniczymi. Mijały lata i kolejne ekspedycje wyruszały by badać znane tereny nowymi metodami oraz szukać nowych wyzwań poznawczych. Rów Mariański i Mount Everest wciąż pozostawały niezdobyte, o przestworzach nie wspominając. Podobnie działo się w młodych naukach przyrodniczych, w których rozróżniano już fizykę chemię, biochemię i biologię.

Wynalezienie mikroskopu przez Antoniego van Leeuwenhoeka i prace Louisa Pasteura pokazały, że aby zrozumieć świat organizmów żywych należy spojrzeć w głąb tego świata. Początek XX wieku był okresem w którym wiedza o funkcjonowaniu organizmów na poziomie komórki żywej (komórkowym) oraz jej składników (molekularnym) zaczęła poszerzać się wykładniczo. Od momentu swojego powstania współczesna biologia ewoluowała w kierunku coraz bardziej wyspecjalizowanych dziedzin. Zaczęły powstawać nowe gałęzie takie jak biologia komórki, biologia rozwoju, biologia ewolucyjna, biochemia, genetyka, biologia molekularna, biologia chemiczna, biologia systemowa czy epigenetyka. Każda z nich koncentrowała się na różnych aspektach mechanizmów funkcjonowania żywych organizmów. Dzięki ich wyspecjalizowaniu dostarczyły one bardzo szczegółowych informacji o budowie, właściwościach i funkcji pojedynczych składników komórki oraz wewnątrzkomórkowych układach i strukturach. Wraz z gwałtownym rozwojem systemów informatycznych powstały olbrzymie banki informacji, które dają obecnie możliwość łączenia, suplementacji oraz integracji całej dostępnej wiedzy w celu holistycznego rozumienia komórki. Takie interdyscyplinarne podejście do biologicznych problemów badawczych wykorzystujące chemię, fizykę, a także metody matematyczne i obliczeniowe jest dziś możliwe tylko dzięki niezliczonym badaniom i odkryciom dokonanym w ciągu ostatnich 100 lat. W wyniku olbrzymiej pracy wielu pokoleń badaczy obserwujemy dziś odrodzenie biologii w jej pierwotnym kształcie czyli biologii systemów. Ten burzliwy i dynamiczny rozwój nauk zajmujących się komórką żywą ogarnął cały świat i wszystkich badaczy. Miał również miejsce na terenach, które w listopadzie 1918 roku, na mocy postanowień traktatu wersalskiego, po 123 latach nieobecności, powróciły na mapę polityczną Europy jako niepodległa Polska (Ryc. 1). Odtworzenie niepodległego państwa było możliwe nie tylko dzięki decyzji zwycięzców I Wojny Światowej, ale przede wszystkim dzięki aktywnej i konsekwentnej pracy organicznej Polaków, którzy w okresie zaborów przekazywali kolejnym pokoleniom przywiązanie do języka, nauki i kultury narodowej. Nasi przodkowie, żyjący w trzech różnych systemach państwowych, mimo skomplikowanej i niezwykle trudnej historii potrafili odtworzyć wspólnotę narodową. Wspaniałe tradycje, bogate dziedzictwo kulturowe oraz wartości głęboko zakorzenione na tych ziemiach,

Jakub Barciszewski¹

Maciej Szymański²

Aleksandra Malesa¹

Daria Olszewska¹

Wojciech T. Markiewicz¹

Jan Barciszewski^{1,✉}

¹Institut Chemii Bioorganicznej Polskiej Akademii Nauk, Poznań
²Wydział Biologii Uniwersytetu im. Adama Mickiewicza, Poznań

✉Instytut Chemii Bioorganicznej Polskiej Akademii Nauk, ul. Noskowskiego 12, 61-704 Poznań; e-mail: Jan.Barciszewski@ibch.poznan.pl

Artykuł otrzymano 17 maja 2018 r.
Artykuł zaakceptowano 18 maja 2018 r.

Słowa kluczowe: biologia molekularna, biologia systemów, nauki biologiczne, nauki o życiu, historia

Skrócona wersja artykułu ukaże się także w kwartalniku Nauka

Tabela 1. Miejsca urodzenia niektórych badaczy

L.p.	Nazwisko i imię	Nazwa miejscowości		Rok
		Dawniej	Obecnie	
1	Altmann Richard	Eylau	Ĺawa	1852
2	Michelson Albert	Strelno	Strzelno	1852
3	Bering Emil	Hansdorf	Ławice k. Ĺawy	1854
4	Nerst Walther	Briessen	Wąbrzeźno	1864
5	Ehrich Paul	Strehnen	Strzelin	1854
6	Haber Fritz	Breslau	Wrocław	1863
7	Born Max	Breslau	Wrocław	1882
8	Berguis Friedrich	Goldschmieden	Złotniki	1884
9	Domagh Gerhard	Lagow	Łagów	1895
10	Reichstein Tadeusz	Włocławek	Włocławek	1897
11	Rabi Isidor	Rymanów	Rymanów k. Krosna	1898
12	Singer Isaac	Leoncin	Nowy Dwór Maz.	1902
13	Adler Kurt	Konigshitte	Chorzów	1902
14	Chargaff Erwin	Czernowitz	Czerniowcy	1905
15	Goepfert-Mayer Maria	Kattowitz	Katowice	1906
16	Frankel-Conrad Heinz	Breslau	Wrocław	1910
17	Bloch Konrad	Neisse	Nysa	1912
18	Szymborska Wisława	Prowenc	Kórnik	1923
19	Klug Aaron	Želvos	Pozelwa	1926
20	Wittmann Heinz-Günter	Gross Sturlach	Sterławki Wlk.	1927
21	Blobel Günter	Waltersdorf	Niegosławice	1936
22	Hoffmann Roald	Zołocziw	Złoczów	1937
23	Erdmann Volker	Sttetin	Szczecin	1941
24	Klitzig Klaus	Schrode	Środa Wlkp.	1943

mienieni są polscy i związani z Polską, twórcy kultury i nauki oraz ich krótka charakterystyka (Tabela 1 i 2). Przywołaliśmy także ważniejsze fakty mające wpływ na rozwój nauk biologicznych i nauk o życiu.

OKRES DO 1900

1847

Justus von Liebig, wyizolował pierwszy nukleotyd, kwas inozynowy, z tkanki mięśniowej [1]. Opracował także metodę oznaczania mocznika i chloru w moczu [5].

Wilhelm Marcelli Nencki, urodził się w Boczkach koło Łodzi. Badał związki azotowe, kwas moczowy, mocznik i ich pochodne. Odkrył rodaminę. Interesował się chemią puryn [6]. Prowadził badania nad sokami żołądkowymi. Zsyntetyzował salol, ester kwasu salicylowego z fenolem oraz przypisał mu silne działanie bakteriobójcze. Odkrył bakterie mogące żyć w warunkach beztlenowych. Badał strukturę i produkty rozpadu hemoglobiny [7].

1852

Richard Altmann, urodził się w Ĺawie koło Olsztyna. Był uczniem Mieschera. Opracował metodę utrwalania i wybarwienia tkanek oraz komórek. Odkrył i opisał „bioblasty” jako autonomicznie funkcjonalne struktury, które okazały się mitochondriami [8]. Zaproponował określenie kwasy nukleinowe. W 1877 roku uzyskał tytuł doktora medycyny na Uniwersytecie Gies-sen. W 1889 roku opracował metodę izolacji kwasów nukleinowych z drożdży [9].

1853

Ignacy Łukasiewicz, oddzielił naftę od ropy. Preparat pozbawiony był frakcji lekkich (benzyna), asfaltów i olei technicznych. Ten eksperyment uważany jest za początek przemysłu naftowego. Skonstruował pierwszą cylindryczną lampę naftową.

1854

Emil Behring, urodził się w Ławicach koło Ĺawy, współpracował z Robertem Kochem. Laureat Nagrody Nobla w dziedzinie medycyny za prace nad seroterapią i jej zastosowaniem w leczeniu błonicy. W późniejszych latach zajmował się badaniami nad gruźlicą [10].

Paul Ehrlich, urodził się w Strzelinie koło Wrocławia. Pracował z Behringiem w Instytucie Roberta Kocha. Opracował metodę wybarwiania komórek krwi barwnikami anillinowymi. Odkrył lek na kiłę. Zaproponował chemioterapię [11]. W 1908 roku otrzymał Nagrodę Nobla w dziedzinie medycyny za wkład w rozwój immunologii [12].

1859

Karol Darwin, publikuje książkę „O powstawaniu gatunków” przedstawiającej podstawy teorii ewolucji w procesie naturalnej selekcji. Zwracał uwagę na wpływ czynników środowiskowych na mechanizm powstawania nowych gatunków. Dowodził, że żyjące obecnie gatunki pochodzą od innych, możliwe już wymarłych [13].

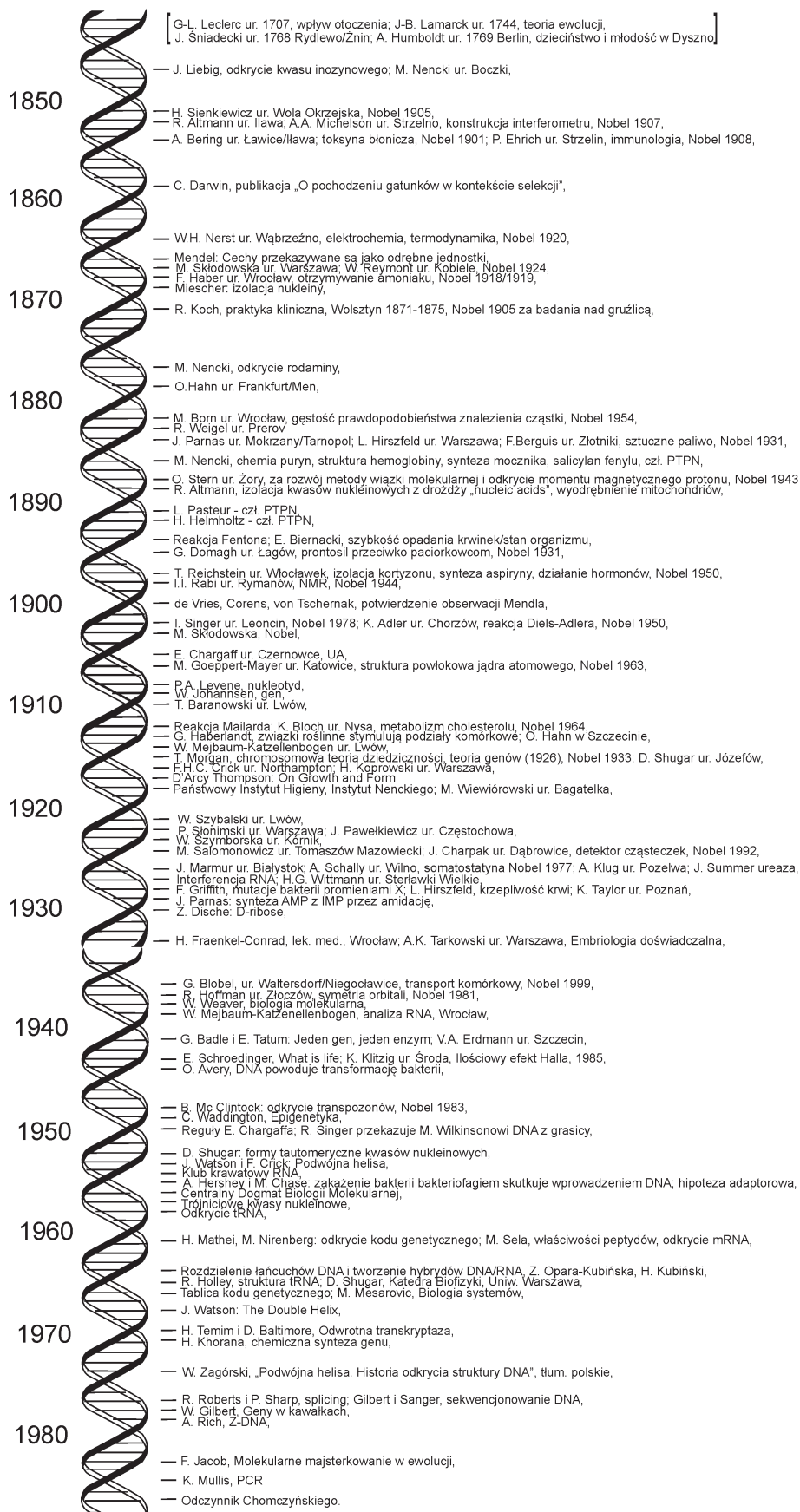
1862

Benedykt Tadeusz Dybowski, urodzony w 1833 roku w Adamarnie koło Mińska. Jako pierwszy w Warszawie objaśniał i szerzył teorię ewolucji gatunków zaproponowaną przez Karola Darwina. Wybitny uczyony, polski patriota, powstaniec styczniowy trafił na Syberię i stał się znanym badaczem Jeziora Bajkał.

1864

Walther Nernst, urodził się w Wąbrzeźnie koło Torunia. Badał efekty galwanomagnetyczne oraz termomagnetyczne, skonstruował lampę emitującą światło zbliżone do dziennego. Opracował trzecie prawo termodynamiki. W 1920 roku otrzymał Nagrodę Nobla w dziedzinie chemii za badania w zakresie termodynamiki.

POCZĄTKI MOLEKULARNYCH NAUK O ŻYCIU. KONTEKST POLSKI



Rycina 2. Początki molekularnych nauk o życiu.

Tabela 2. Pierwsze Laureatki Nagrody Nobla

L.p.	Nazwisko i imię	Miejsce i rok urodzenia	Dyscyplina, rok nadania, osiągnięcie
1	Skłodowska-Curie Maria	Warszawa 1867	Fizyka, 1903, Za badanie nad zjawiskiem promieniotwórczości odkrytym przez Henri Becquerela.
2	Skłodowska-Curie Maria	Warszawa 1867	Chemia, 1911, Za wydzielenie czystego radu i uzyskanie radu w postaci krystalicznej.
3	Joliot-Curie Irena	Paryż 1897	Chemia, 1935, Za syntezę nowych pierwiastków promieniotwórczych
4	Goepfert-Mayer Maria	Katowice 1906	Fizyka, 1963 Za odkrycia związane z powłokowym modelem jąder atomowych.

1866

Gregor Johann Mendel, zauważył, że cechy grochu zwyczajnego są przekazywane niezależnie od siebie. Jedna cecha nie wpływa na dziedziczenie drugiej. Jednostki dziedziczenia mogą występować jako dwa allele. Sformułował prawo czystości gamet oraz prawo niezależnej segregacji. W 1868 roku przedstawił wyniki badań na temat hybrydyzacji roślin [2].

1867

Maria Skłodowska, urodziła się w Warszawie. Rozwinięła teorię promieniotwórczości, opracowała technikę rozdzielania izotopów promieniotwórczych. Była prekursorką radiochemii. Podczas I wojny światowej zorganizowała służbę radiologiczną na potrzeby szpitali wojskowych, w której brała aktywny udział wraz z córką Ireną. Z jej inicjatywy rozpoczęto w Warszawie budowę Instytutu Radowego. Przyjaźniła się z Albertem Einsteinem. W 1903 roku wraz z mężem otrzymała Nagrodę Nobla z fizyki za badania nad zjawiskiem promieniotwórczości (Tabela 2). W 1911 roku uzyskała drugą Nagrodę Nobla w dziedzinie chemii za odkrycie polonu i radu [14].

Władysław Reymont, urodził się w Kobielach Wielkich koło Częstochowy. Przedstawiciel realizmu. Tworzył w okresie Młodej Polski. W 1924 roku otrzymał literacką Nagrodę Nobla za powieść „Chłopi”.

1868

Fritz Haber, urodził się we Wrocławiu. Prowadził badania w zakresie elektrochemii, czyli przepływem prądu przez elektrolity. Analizował różnice potencjałów elektrycznych na granicach faz. Badał zmiany szybkości reakcji chemicznej pod wpływem katalizatora. Zainspirowany badaniami Justusa von Liebiga opracował wspólnie z Carlem Boschem metodę otrzymywania amoniaku z powietrza na skalę przemysłową. Był twórcą broni chemicznej używanej przez Niemców podczas obu wojen światowych. W 1918 roku został laureatem Nagrody Nobla w dziedzinie chemii za syntezę amoniaku z azotu i wodoru [15].

1869

Johann Friderich Miescher, nauczyciel R. Altmanna wyizolował z bandażu nasiąkniętych ropą pacjentów nukleinę. Określił jej składniki jak wodór, tlen, azot i fosfor. Zidentyfikował nietypowy stosunek fosforu do azotu. Zaobserwował, że kwasy nukleinowe znajdują się głównie w chromo-

somach. W spermie łososi znalazł protaminę, sól kwasu z organiczną zasadą [16].

1870

Ludwik Pasteur, badał rolę i znaczenie mikroorganizmów. Przedstawił hipotezę o istnieniu enancjomerów, związków chemicznych, których cząsteczki są dla siebie odbiciami lustrzanymi. Prowadził badania nad procesem fermentacji, co przyczyniło się do opracowania metody wyjaławiania lub sterylizacji tzw. pasteryzacji. Jego badania z zakresu mikrobiologii i wirusologii były podstawą do stworzenia pierwszej szczepionki przeciwko wściekliźnie dla ludzi. W 1891 roku został członkiem Poznańskiego Towarzystwa Przyjaciół Nauk [17].

1871

Robert Koch, interesował się gruźlicą oraz metodami jej leczenia. Pracował w Szpitalu im. Augusta Hohenlohe w Sławęcicach koło Gliwic. Wykazał, że przyczyną gruźlicy jest mikroorganizm, którego siedliskiem jest krew. Był także lekarzem powiatowym w Wolsztynie koło Poznania. Wprowadził metody barwienia mikroorganizmów za pomocą barwników anilinowych oraz hodowle kultur bakterii na żelatynie. Zaproponował tzw. postulaty Kocha, dzięki którym można stwierdzić, że dany mikroorganizm wywołuje określoną chorobę. W 1905 roku otrzymał Nagrodę Nobla z medycyny za badania i odkrycia związane z gruźlicą [18].

1879

Max von Laue, urodził się w Szarocinie koło Jeleniej Góry. Uczęszczał do Królewskiego Gimnazjum Fryderyka Wilhelma w Poznaniu (obecnie III Liceum Ogólnokształcące). Zaobserwował zjawisko interferencji promieniowania rentgenowskiego na kryształach, za co w 1914 roku otrzymał Nagrodę Nobla w dziedzinie fizyki [19].

1882

Max Born, urodził się we Wrocławiu. Badał strukturę kryształów. Zaproponował hipotezę, że w mechanice kwantowej elektrony oraz jądro atomu powinny być traktowane osobno. Opracował metodę rozdzielania fotonów i elektronów z materii. Był przyjacielem Alberta Einsteina. Po II wojnie światowej wraz z Wandą Mejbaum-Katzellenbogen odbudowywał życie naukowe we Wrocławiu. Laureat Nagrody Nobla w 1954 roku za określenie gęstości prawdopodobieństwa znalezienia cząstki (gęstość elektronowa) [20].

1883

Rudolf Stefan Jan Weigl (Weigel), urodził w Prerowie koło Brna, obecnie Republika Czeska. Wynalazł pierwszą w świecie szczepionkę przeciw tyfusowi plamistemu. Wprowadził wesz odzieżową do hodowli riketsji. Po II wojnie światowej kontynuował swoje badania m.in. na Uniwersytecie im. Adama Mickiewicza w Poznaniu [21].

Karol Olszewski i Zygmunt Wróblewski, skroplili tlen, azot i tlenek węgla [22].

1884

Jakub Karol Parnas, urodził się w Mokrzanach koło Lwowa, obecnie Ukraina. Zastosował metody izotopowe w badaniach metabolizmu, za pomocą których śledził przemiany związków fosforowych w mięśniach. Badał proces glikogenolizy i glikolizy, które doprowadziły do odkrycia beztlenowej przemiany glukozy (szlak Embdena-Mayerhofa-Parnasa). W 1929 roku zaobserwował powstawanie adenozy-5-monofosforanu (AMP) z monofosforanu inozyny (IMP) w wyniku reakcji amidacji [23].

Ludwik Hirszfeld, urodził się w Warszawie. Otrzymał habilitację za badania nad związkiem zjawisk odpornościowych i krzepliwości krwi. Zwalczał epidemię tyfusu plamistego w Serbii w czasie I wojny światowej. Współtwórca Państwowego Instytutu Higieny w Warszawie [24]. W 1952 roku został dyrektorem Instytutu Immunologii i Terapii Doświadczalnej we Wrocławiu [25].

Friedrich Bergius, urodził się w Złotnikach koło Wrocławia. Pracował w Instytucie Nernsta w Berlinie, a następnie w laboratorium Fritza Habera. Opracował metody pracy w laboratorium pod ciśnieniem (do 300 atmosfer). Za badanie nad uwodornieniem węgla i ciężkich olei pod zwiększonym ciśnieniem w 1931 roku otrzymał Nagrodę Nobla w dziedzinie chemii [26].

1892

Hermann von Helmholtz, zajmował się ruchem mięśni i procesami z tym związanymi. Zasugerował, że ruch ten jest spowodowany zmianami chemicznymi i zmianami temperatury. Przedstawił zasadę zachowania energii. Wynalazł oftalmoskop, urządzenie służące do obserwacji siatkówki oka oraz oftalmometr do pomiaru krzywizny oka [27]. Był członkiem Poznańskiego Towarzystwa Przyjaciół Nauk.

1894

Henry Fenton, opisał reakcję (reakcja Fentona) dotyczącą silnych właściwości utleniających rodnika hydroksylowego powstałego z soli żelaza(II) i nadtlenu wodoru. Niezwykle reaktywny rodnik hydroksylowy może powodować uszkodzenia DNA i prowadzić do mutacji [28].

Edmund Biernacki urodzony się w 1866 roku w Opocznie koło Łodzi, znalazł i opisał zależność między szybkością opadania krwinek w osoczu a stanem organizmu. W 1897 roku ta sama praca ukazała się w języku niemieckim. Zależność ta nosi nazwę odczynu Biernackiego, który wskazuje na stan patologiczny.

1895

Gerhard Domagk urodził się w Łagowie koło Gorzowa Wielkopolskiego. Zaproponował chemioterapię jako sposób walki z nowotworami oraz gruźlicą. Dokonania w zakresie mikrobiologii doprowadziły do powstania prontosilu, pomarańczowoczerwonego barwnika z grupy sulfonamidów, który skutecznie zwalcza infekcje powodowane przez paciorkowce. W 1939 roku za to odkrycie przyznano mu Nagrodę Nobla w dziedzinie medycyny, którą odebrał w 1947 roku [29].

1896

Alfred Nobel, odkrywca dynamitu, żelatyny wybuchowej oraz prochu bezdymnego. Zmarł w 1896 roku. Zgodnie z jego testamentem został utworzony fundusz, z którego dochody przekazywane są na coroczną nagrodę jego imienia, w kilku dziedzinach [30].

1897

Tadeusz Reichstein urodził się we Włocławku. Interesował się substancjami aromatycznymi w kawie. Zsyntetyzował witaminę C [31]. Wyodrębnił i określił skład aldosteronu. Wyizolował kortyzol oraz przypisał mu terapeutyczne właściwości w leczeniu artretyzmu reumatoidalnego, za co w 1950 roku otrzymał Nagrodę Nobla [32].

1897

Aspiryna, lek przeciwbólny otrzymany z kwasu salicylowego wyizolowanego z kory wierzby. Działa hamująco na cyklooksigenazę, która odpowiada za syntezę prostaglandyn. Jej produkcja przemysłowa opracowana przez Felixa Hoffmanna, jest uważana za początek przemysłu farmaceutycznego.

1898

Isidor Issac Rabi, urodził w Rymanowie koło Krosna. Zaprojektował metodę rezonansu magnetycznego z wiązką atomową i molekularną do obserwacji widm atomowych [33]. Umożliwiło to pomiar właściwości magnetycznych atomów, jąder atomów oraz innych molekuł. Metoda ta opiera się na zmierzeniu jądrowych momentów magnetycznych. Laureat Nagrody Nobla w 1944 roku w dziedzinie fizyki [34].

OKRES 1900-1953

1900

Hugo de Vries, Carl Correns, Erich Tschermak, niezależnie potwierdzili wyniki prac Mendla na groszku, kukurydzy i roślinach kwiatowych z użyciem nowych metod mikroskopowych, niedostępnych w czasach Mendla. Wykazali, że hybrydyzacja roślin nie podlega ani prawu niezależnego doboru ani prawu segregacji [35].

1902

Kurt Alder, urodził się w Chorzowie. Badał reaktywność dienów oraz dienofilów. Interesował się zjawiskiem autooksydacji oraz polimeryzacji. Wraz ze swoim nauczycielem Otto Dielsem odkrył metodę syntezy dienów, którą opisali jako reakcję Dielsa-Aldera [36]. Otrzymali za to Nagrodę Nobla w 1950 roku w dziedzinie chemii.

1904

Issac Singer, urodził się w Leoncinie koło Warszawy. Zajmował się dziennikarstwem. Jako pisarz tworzył powieści oraz nowele. Jego utwory były melancholijne a zarazem pełne humoru. Czerpał inspirację z otaczającego go środowiska i życia w czasach wojennych. Poruszał tematy religijno-filozoficzne. Laureat Nagrody Nobla w dziedzinie literatury w 1978 roku [37].

1905

Erwin Chargraff, urodził się w Czerniowicach, obecnie Ukraina. W 1950 roku przedstawił prawa określające zawartość zasad azotowych w DNA, znane jako reguły Chargraffa. Ilość zasad purynowych równa się ilości zasad pirymidynowych; ilość adeniny jest równa ilości tyminy; ilość guaniny jest równa ilości cytozyny [38]. Te zależności które okazały się bardzo przydatne dla odkrycia struktury podwójnej helisy DNA [2].

Henryk Sienkiewicz, urodzony w 1846 roku w Woli Okrzejskiej, nowelista, powieściopisarz i publicysta; laureat Nagrody Nobla w dziedzinie literatury w 1905 roku za całokształt twórczości, jeden z najpopularniejszych polskich pisarzy przełomu XIX i XX w.

1906

Maria Goeppert-Meyer, urodziła się w Katowicach. Specjalizowała się w fizyce kwantowej. Była wspierana przez Maxa Bornę [39]. Otrzymała Nagrodę Nobla (Tabela 2) w dziedzinie fizyki w 1963 roku za odkrycia dotyczące struktury powłokowej jądra atomowego [40].

1907

Albert Abraham Michelson urodził się w 1852 roku w Strzelnie koło Inowrocławia. Skonstruował interferometr, przyrząd pomiarowy oparty na zjawisku interferencji fal. Potwierdził eksperymentalnie niezależność prędkości światła od prędkości Ziemi w przestrzeni. Wykazał, że światło porusza się ze stałą prędkością we wszystkich inercyjnych układach odniesienia, za co w 1907 roku otrzymał Nagrodę Nobla w dziedzinie fizyki [41].

1908

Phoebus Aaron Levene, odkrył rybozę oraz 20 lat później deoksyrybozę. Wykazał, że DNA zbudowany jest z jednostek będących połączeniem fosforanu, cukru i zasady azotowej. Jednostki te nazwał nukleotydami. Stwierdził, że cząsteczka DNA składa się z szeregu nukleotydów tworzących jej szkielet [42].

1909

Wilhelm Johannsen, wprowadził pojęcie genu, genotypu i fenotypu. Wykazał, że potomstwo w linii czystej jest identyczne genetycznie, jakiegokolwiek zmiany zachodziły wskutek wpływu środowiska, nie były dziedziczone. Swoje badania przeprowadzał na fasoli zwyczajnej [43].

1910

Tadeusz Baranowski, urodził się we Lwowie, był uczniem Parnasa. Wyizolował i opisał dehydrogenazę fosfoglicerolową. Jako jeden z pierwszych badaczy, którzy

przeprowadzili krystalizację białek. Współtworzył Wydział Lekarski we Wrocławiu.

Heinz Ludwig Fraenkel-Conrat, urodził się we Wrocławiu. Prowadził badania nad wirusem mozaiki tytoniu. Wykazał, że infekcyjność wirusa zależy od kwasu nukleinowego [44].

1911

Louise-Camille Maillard opisał reakcję chemiczną (reakcja Maillarda) brązowienia produktów spożywczych, zachodząca pod wpływem temperatury pomiędzy aminokwasami a cukrami redukującymi. Wykazał, że cukry reagują z różną szybkością, pentozy szybciej od heksoz, a hekozy szybciej od disacharydów. Zauważył powstawanie dwutlenku węgla w wyniku dekarboksylacji [45].

1912

Konrad Emil Bloch, urodził się w Nysie. Prowadził badania nad sterolami u owadów oraz biosyntezą cholesterolu, co pozwoliło wskazać, jak powstają sterydy [46]. W 1964 roku otrzymał Nagrodę Nobla za badania dotyczące mechanizmu i regulacji metabolizmu cholesterolu i kwasów tłuszczowych.

1914

Wanda Mejbaum-Katzenellenbogen, urodziła się we Lwowie, uczennica Jakuba Parnasa. Opracowała metody analizy pentoz, białek, alkilorezorcynoli, garbników i glikoprotein w preparatach biologicznych. Opisała turbimetryczną metodę charakterystyki białek oraz ich zagęszczania za pomocą taniny i kofeiny [47]. W 1939 roku obroniła doktorat w wieku 25 lat.

Gottlieb Haberlandt zajmował się badaniem systemów roślinnych w celu określenia ich wzajemnego powiązania z tkankami. Odkrywcą hormonów roślinnych, które biorą udział w podziale komórkowym [48].

1915

Thomas Morgan, odkrył, że nośnikami genów są chromosomy. Opracował chromosomową teorię dziedziczności, a następnie teorię genów. Pokazał, że embrion żaby na etapie dwukomórkowym nie otrzymuje równej ilości materiału genetycznego od blastodermi rodzicielskiej, a grawitacja nie ma wpływu na wczesny rozwój embrionu oraz regenerację twierdząc, że nie jest ona adaptacją do potencjalnego ryzyka utraty danej części ciała.

1916

Hilary Koprowski, urodził się w Warszawie. Twórca pierwszej doustnej szczepionki przeciwko wirusowi polio, wywołującemu chorobę Heinego-Medina. Prowadził badania nad stwardnieniem rozsianym i nowotworami [49].

1917

D'Arcy Thompson, opublikował książkę „On Growth and Form”, w której zawarł tezę, że forma biologiczna może odzwierciedlać prawa fizyczne i matematyczne. Wykazał, że formy morfologiczne rogów i muszli można opisać przy użyciu prostych form matematycznych [50].

1918

Powstanie Instytutu Biologii Doświadczalnej im. Marcelego Nenckiego w Warszawie. Prowadzi on badania w zakresie biologii molekularnej i komórkowej, biochemii i neurobiologii. Jest to jedyna placówka w Polsce, która analizuje efekty neurobiologiczne na poziomach od molekularnego po systemowy [51].

1921

Wacław Szybalski, urodził się we Lwowie. Pracował w zespole prof. Weigla. Opracował metody wirowania i rozdzielania kwasów nukleinowych w chlorku i siarczanie cezu. Pracował nad mechanizmami chemicznej mutagenyzy i jako pierwszy dostarczył bezpośrednich dowodów na przyczynowy związek między mutagenizacją a karcinogenezą [52].

1922

Piotr Słonimski, urodził się w Warszawie. Pionier genetyki mitochondriów, jeden z odkrywców dziedziczenia pozajądrowego. Badał mutanty drożdży *Saccharomyces cerevisiae*. Odkrył maturazy, enzymy biorące udział w dojrzewaniu (splicingu) prekursorowego mRNA [53].

1923

Wisława Szymborska, urodziła się w Prowencji (Kórnik), laureatka Nagrody Nobla w dziedzinie literatury w 1996 roku za poezję, która z ironiczną precyzją pozwala kontekstowi historycznemu i biologicznemu wyjść na światło dzienne we fragmentach ludzkiej rzeczywistości.

1924

Michael Sela, urodził się w Tomaszowie Mazowieckim jako Mieczysław Salomonowicz. Wybitny ekspert w zakresie chemii peptydów i białek. Wprowadził syntetyczne polipeptydy w roli antygenów. Wynalazca copaxonu, leku stosowanego w terapii przy stwardnieniu rozsianym [54].

Georges Charpak, urodził się w Dąbrowicy, obecnie Ukraina. Badał strukturę białek stosując promienie rentgenowskie. Interesował się receptorami mózgowymi. W 1992 roku został laureatem Nagrody Nobla za opracowanie detektorów cząstek, głównie wielodrutowej komory proporcjonalnej [55].

1925

Hendrik Lorentz, opracował metodę, która pozwoliła wyjaśnić doświadczenie Michalesona [56]. Zaproponował przekształcenie liniowe umożliwiające obliczenie wielkości fizycznych w poruszającym się układzie (transformacja Lorentza). W pięćdziesiątą rocznicę doktoratu, królewska Holenderska Akademia Sztuk i Nauk ustanowiła medal jego imienia, który jest przyznawany, co cztery lata, naukowcom w dziedzinie fizyki teoretycznej. Członek Polskiej Akademii Umiejętności.

1926

Julius Marmur, urodził się w Białymstoku. Pracował w laboratorium Wacława Szybalskiego. Analizował DNA bakterii *Bacillus* i opracował procedurę jego izolacji także z drożdży. Uprawiał biologię molekularną drożdży [57].

Andrew Schally, urodził się w Wilnie. Wykazał obecność czynnika uwalniającego kortykotropinę (CRF) w tkankach przysadki i podwzgórza. Pracował nad tyreoliberyną, gonadoliberyną oraz somatostatyną. Laureat Nagrody Nobla w 1977 roku za odkrycia dotyczące produkcji hormonów peptydowych w mózgu [58].

Aaron Klug, urodził się w Pożelwie na Litwie. Wykazał, że wirus polio i małe sferyczne wirusy roślinne mają podobne struktury. Opracował pierwszą metodę obliczania obrazów struktur przestrzennych makrocząsteczek z zestawu dwuwymiarowych projekcji (tomografia). Odkrył strukturę wirusa mozaiki tytoniu. W 1974 rozwiązał strukturę przestrzenną kryształów tRNA^{Phe} z drożdży. W 1982 roku otrzymał Nagrodę Nobla z chemii za rozwinięcie mikroskopii elektronowej i analizę struktury kompleksów białek i kwasów nukleinowych [59].

James Sumner, wyizolował i skrzystalizował enzym z fasoli, ureazę, enzym rozkładający mocznik na amoniak i dwutlenek węgla, który występuje w bakteriach, drożdżach i niektórych roślinach wyższych. Jest to pierwszy enzym, w którego centrum aktywnym wykryto jony niklu. W 1946 został laureatem Nagrody Nobla w dziedzinie chemii [60].

1927

Heinz-Günter Wittmann, urodził się w Sterławkach Wielkich koło Giżycka. Badał białko płaszcza wirusa mozaiki tytoniu. Zaproponował uniwersalność kodu genetycznego [61]. Interesował się strukturą i funkcją rybosomów. Uzyskał pierwsze kryształy podjednostki rybosomalnej 50S z *Bacillus stearothermophilus* [62].

1928

Wingard zauważył zjawisko interferencji RNA (RNAi). Wykazał, że nekroza występuje tylko u pierwotnie zainfekowanych liści tytoniu, a liście z wyższych poziomów są odporne i nie przejawiały nekrozy, tzn. obumierania w postaci ciemnienia tkanki roślinnej, wysychania i kruszenia się [63].

Frederick Griffith, wykazał, że niepatogeny szczep bakterii *Streptococcus pneumoniae* może przyjąć cechy powodujące infekcyjność od innego szczepu, co stało się podstawą zasady transformacji DNA [64].

Ludwik Hirsfeld, urodzony w 1884 r. w Warszawie odkrył prawa dziedziczenia grup krwi i wprowadził ich oznaczanie jako 0, A, B i AB, przyjęte na całym świecie [65]. Oznaczył również czynnik Rh i odkrył przyczynę konfliktu serologicznego.

1930

Metoda Dischego, barwna reakcja umożliwiająca odróżnienie DNA od RNA dzięki istnieniu różnych cukrów w tych kwasach (RNA – D-ryboza, DNA 2-deoksy-D-ryboza).

1933

Andrzej Krzysztof Tarkowski, urodził się w Warszawie, twórca szkoły naukowej embriologii doświadczalnej ssaków. Udowodnił, że dwukomórkowe zarodki myszy moż-

na mechanicznie rozdzielić, wszczepić do macicy i uzyskać normalne płodne osobniki. Pobudzał oocyty do rozwoju zarodkowego bez udziału plemników. Opracował metody umożliwiające łączenie i uzyskanie zarodków aneuploidalnych (tetraploidalnych) i mozaikowych [66].

1936

Günter Blobel, urodził się w Niegosławicach koło Żagania. Prowadził badania nad transportem wewnątrzkomórkowym, a wyniki jego eksperymentów doprowadziły do sformułowania hipotezy na temat sygnalizacji kierującej białka przez membranę komórkową. W 1999 roku otrzymał Nagrodę Nobla za badania nad mechanizmami transportu przez błony [67].

1937

Roald Hoffmann, urodził się w Złoczowie koło Lwowa. Był chemikiem, opracował teorię przebiegu reakcji chemicznych w oparciu o budowę orbitali atomowych [68].

1939

Wanda Mejbaum-Katzenellenbogen, opracowała metodę służącą do ilościowego oznaczania pentoz. Jest to procedura orcynolowa umożliwiająca oznaczania ilości RNA, bardzo powszechnie stosowana w latach 50 i 60. Artykuł, w którym ją opisała, wyniósł ją na ósme miejsce w klasyfikacji cytowań artykułów biologicznych w latach 1945-1988 [69].

1941

George Beadle i Edward Tatum, zaproponowali hipotezę jeden gen, jeden enzym. Odkryli związek między genami a enzymami metabolicznymi. Badali w tym celu mutacje pleśni chlebowej *Neurospora crassa*. Wykazano, że enzymy pełnią znacznie bardziej rozbudowane funkcje oraz niektóre geny kodują jedynie podjednostki białek, aniżeli białka w całości, niemniej jednak był to przełom w świecie nauki. Otrzymali za to osiągnięcie nagrodę Nobla w 1958 roku [70].

1941

Volker Alfred Erdmann, urodził się w Szczecinie, był chemikiem skupiającym się na badaniach rybosomów i kwasów nukleinowych. Pracował wraz z Heinzem Wittmannem. Udało im się jako pierwszym, wykrystalizować rybosomy bakteryjne [71].

1944

Erwin Schrödinger, wydał książkę „Czym jest życie?” Stała się ona obowiązkową lekturą dla wielu badaczy, zawierającą propozycję definicji fizycznych podstaw życia. Wywarła ogromny wpływ na rozwój biologii molekularnej.

Klaus von Klitzing, urodził się w Środzie Wielkopolskiej, fizyk. Laureat Nagrody Nobla w 1985 roku za odkrycie kwantowego efektu Halla.

1948

Barbra McClintock wykazała, że geny i chromosomy nie są niezmiennie [72]. Zauważyła korelację między kolorem nasion kukurydzy, a zmianą w chromosomie. Uważała, że zmiana w chromosomie pojawia się, gdy gen przypadkowo przenosi się na inny chromosom. Później odkrycie to zostało

nazwane transpozycją. McClintock przedstawiła swoje wyniki w 1951 roku, a Nagrodę Nobla otrzymała w 1983 roku.

1949

Conrad Waddington, przedstawił hipotezę, że środowisko ma wpływ na geny. Zjawisko to nazwał epigenetyką. Obserwował zmiany chorobowe u osób, które przeżyły głodową zimę w Holandii i na tej podstawie sugerował, że warunki, z jakimi musiały się zmagać, miały wpływ na ich późniejszy fenotyp. Postrzegal różnicowanie się komórek jako wędrówkę po pełnym rozmaitych przeszkód decydujących o ich finalnym zróżnicowaniu „wyboistym terenie”, po którym toczy się każda komórka, wpadając w „szczeliny” i zatrzymując się na finalnym etapie różnicowania [73].

1952

Alfred Hershey i Martha Chase, potwierdzili, że DNA jest nośnikiem informacji genetycznej. Infekowali bakterie *Escherichia coli* fagiem T2 znakowanym izotopem siarki, która włącza się do białek oraz izotopem fosforu, który włącza się do kwasów nukleinowych. W zarażonych bakteriach wykryto obecność jedynie izotopów fosforu [74].

David Shugar, urodził się w 1915 w Józefowie. Pracował nad mechanizmami mutagenyzy oraz naprawy DNA a także fosforylacją nukleozydów. W 1952 roku przedstawił formy tautomeryczne kwasów nukleinowych. Twórca polskiej szkoły biofizyki molekularnej. Był kierownikiem Zakładu Biochemii w Państwowym Zakładzie Higieny w Warszawie [75]. W 1965 roku objął kierownictwo Katedry Biofizyki Uniwersytetu Warszawskiego, gdzie prowadzono badania mutagenyzy, związku strukturalno-funkcjonalnego między analogami nukleotydów, a ich potencjałem antywirusowym.

OKRES 1953–1990

1953

Francis Crick i James Watson, opracowali model podwójnej helisy DNA [76]. Składa się on z dwóch splecionych ze sobą łańcuchów, połączonych wiązaniami wodorowymi, które znajdują się pomiędzy parami zasad A-T, oraz C-G. Twórcy modelu otrzymali Nagrodę Nobla w 1962 roku.

1954

Powstaje „RNA tie club”. Badacze należący do tej nieformalnej grupy skupiali się na badaniach w jaki sposób informacja genetyczna jest przepisywana na język aminokwasów. Klub krawatów RNA liczył dwudziestu uczonych. Każdy z członków klubu przyjął pseudonim od jednego z dwudziestu aminokwasów. Członkami byli między innymi Watson (prolina), Crick (tyrozyna), Rich (arginina) [77].

1955

Francis Crick przedstawił hipotezę istnienia adaptorycznych cząsteczek RNA, będących pośrednikami w biosyntezie białka [78].

1956

Francis Crick proponuje centralny dogmat biologii molekularnej wyjaśniający sposób powstawania białek na ma-

trycy DNA. Głosi on, że informacja genetyczna zapisana w DNA, przechodzi do RNA, a następnie do białka. „Kiedy tylko przekaz stanie się białkiem, nie ma możliwości, aby wrócił do poprzedniego stanu” [78]. W następnych latach dogmat ten uległ licznym modyfikacjom.

1958

Śmierć Rosalind Franklin. Autorka rentgenogramu soli sodowej DNA, który umożliwił zaproponowanie modelu podwójnej helisy DNA przez Watsona i Cricka.

Mahlon Hoagland i Paul Zamecnik potwierdzają istnienie tRNA. Dzięki wykorzystaniu RNA połączonym ze znakowanymi radioaktywnie aminokwasami, wykazują istnienie specyficznego typu kwasu rybonukleinowego, biorącego udział w transporcie aminokwasów w procesie biosyntezy białka. Odkryte cząsteczki RNA zostają nazwane transportowym RNA [79].

1960

Jacques Monod, Francois Jacob, Francis Crick i Sydney Brenner, odkryli mRNA. Badając bakteriofagi zauważyli, że gdy tylko bakteriofag wprowadza swoje DNA do bakterii, pojawiają się tam RNA o sekwencji identycznej z DNA bakteriofaga. Wyniki te pozwoliły im przedstawić hipotezę, że do przekazania rybosomom informacji zapisanej w DNA, należy je najpierw przepisać na mRNA

1961

Marshall Nirenberg, odkrył kod genetyczny. Do syntezy białka wykorzystał kwas poliuzydowy, czyli RNA zbudowany jedynie z reszt urydyny oraz bakterie *E. coli*. W identyfikacji wyników pomógł mu Michael Sela, proponując unikalną metodę rozpuszczania zsyntetyzowanych peptydów. Eksperyment wykazał, że łańcuch RNA złożony z reszt urydyny, stanowi matrycę dla syntezy polifenyloalaniny. W ciągu następnych kilku lat laboratorium Nirenberga, odkryło sekwencję kodującą pozostałych 19 aminokwasów.

1962

Alexander Rich, przedstawił hipotezę „świata RNA”, w której RNA stanowiło życie, pełniąc rolę zarówno nośnika genów jak i katalizatora reakcji tak jak białka enzymatyczne. Zaproponował również koncepcję antysensowch RNA [80].

1964

Zofia Opara-Kubińska i Henryk Kubiński, odkryli, że zdenaturowane a następnie szybko schłodzone DNA może tworzyć kompleksy hybrydowe z RNA. Stworzyli hybrydę DNA-RNA z *Bacillus subtilis* [81].

1968

James Watson, opublikował książkę „The double helix”, w której opisał osobistą wersję wydarzeń, które doprowadziły do odkrycia modelu struktury DNA, a samemu autorowi przyniosły Nagrodę Nobla wraz z F. Crickiem i M. Wilkinsonem.

1970

Howard Temin i David Baltimore, odkryli odwrotną transkryptazę. Baltimore, który pracował jako wirusolog

przedstawił hipotezę, że retrowirusy posiadają enzym do przepisywania informacji z matrycy RNA w DNA. Był to wstrząs dla biologów molekularnych, gdyż zaprzeczało centralnemu dogmatowi powstawania białka. Za to odkrycie pięć lat później otrzymują Nagrodę Nobla.

1971

Har Gobind Khorana, zsyntezował na drodze chemicznej pierwszy gen. Był to gen tRNA specyficzny dla alaniny z drożdży. Khorana znalazł sekwencję nukleotydów tego tRNA z badań struktury pierwszorzędowej [82].

1975

Włodzimierz Zagórski, przetłumaczył na język polski książkę Jamesa Watsona dotyczącą historii odkrycia struktury DNA.

1977

Fredrick Sanger, opracował metodę określania sekwencji kwasów nukleinowych [83], za którą otrzymał Nagrodę Nobla w dziedzinie chemii w roku 1980. Pierwszą taką nagrodę otrzymał w 1958 roku za metodę oznaczania sekwencji aminokwasowej peptydów.

Phillip Sharp i Richard Roberts, odkrywcy mechanizmu usuwania sekwencji niekodujących (intronów) z pierwotnych transkryptów genów. W 1993 roku odkrycie to zostało uhonorowane Nagrodą Nobla.

1978

Walter Gilbert i Allan Maxam, przedstawili chemiczną metodę sekwencjonowania kwasów nukleinowych, wykorzystującą degradację łańcucha DNA znakowanego na jednym z końców radioaktywnym izotopem fosforu. Sekwencjonowanie składało się z czterech reakcji, w których kolejno modyfikowano puryny, adeniny, pirymidyny, cytozyny. Kolejność zasad odczytywano z autoradiogramów żeli poliakryloamidowych [84].

1979

Aleksander Rich, odkrył lewoskrętną formę DNA. Badając heksamer nukleotydów, zauważył, że ma on formę lewoskrętnej helisy, z dwoma antyrównoległymi łańcuchami. W szkielecie lewoskrętnego DNA linia łącząca atomy fosforu jest zygzakowata i dlatego nazwano go Z-DNA. W 1973 roku zaproponował strukturę przestrzenną tRNA feniloalaninowego z drożdży.

1985

Kary Mullis, opracował reakcję łańcuchową polimerazy (PCR) pozwalającą na powielenie fragmentów DNA, z użyciem termostabilnej polimerazy DNA [85].

1987

Piotr Chomczyński, urodzony w Warszawie w 1942 opracował nową jednostopniową metodę izolacji RNA za pomocą Trizolu, czyli mieszaniny fenolu i izotiocyjanianu guanidyny, które prowadzą do lizy komórek i inaktywacji RNaz. Dotychczas izolacja RNA była bardzo długim procesem [3].



Rycina 3. Okolicznościowy znaczek DNA_PL

PODSUMOWANIE

Na przestrzeni ponad 100 lat molekularne nauki o życiu badające podstawy funkcjonowania organizmów żywych, strukturę makrocząsteczek biologicznych i mechanizmy przekazywania informacji genetycznej stały się dziedziną wiedzy, bez której niemożliwy byłby postęp medycyny i biotechnologii, również w Polsce. Dla podkreślenia oraz uczczenia tego faktu, Instytut Chemii Bioorganicznej Polskiej Akademii Nauk w Poznaniu opracował i wydał okolicznościowy znaczek DNA_PL, pokazujący Polskę i podwójną helisę (Ryc. 3).

Jak pokazaliśmy w powyższym opracowaniu biologia na początku była to raczej „*terra incognita*” oferująca śmiałkom możliwość poznania otaczającego świata z zupełnie nowej perspektywy. Przedstawieni przez nas badacze pochodzili z różnych zakątków świata i różnych miejscowości leżących na terenach państwa polskiego (Tabela 1). Wywodzili się oni z różnych warstw społecznych i kręgów kulturowych. Wszyscy jednak mieli jedną wspólną cechę. Chcieli i potrafili często mówić „nie wiem”. Jak powiedziała Wisława Szymborska, w swoim wystąpieniu przed Akademią Szwedzką odbierając Nagrodę Nobla w 1996 roku, „gdyby Izaak Newton nie powiedział sobie „nie wiem” jabłka w ogródku mogłyby spadać na jego oczach jak grad”. Historia przywołanych przez nas niektórych badaczy, w tym wielu noblistów, pokazuje nie tylko początki systematycznych nauk biologicznych ale również całej nauki. Rozwiązanie struktury lub poznanie nowego organizmu („*terra firma*”) nie stanowi końca badań, jest co najwyżej wstępem do rozpoczęcia następnych, których celem jest holistyczne rozumienie życia.

PIŚMIENNICTWO

- Liebig J (1847) Ribosyl purine nucleotides of muscle. Muscle inosinic acid (5-phospho-inosine). *Ann Chem* 62: 257-259
- Gabrylska MM, Szymański M, Barciszewski J (2009) DNA: od Mieschera do Ventera i dalej. *Post Biochem* 55: 342-354
- Chomczynski P, Sacchi N (1987) Single-step method of RNA isolation by acid guanidinium thiocyanate-phenol-chloroform extraction. *Anal Biochem* 162: 156-159
- Van Doorden R, Maher B, Nuzzo R (2014) The top 100 papers. *Nature* 514: 551
- Buttner J (2000) Justus von Liebig and his influence on clinical chemistry. *Ambix* 47: 96-117
- Nencki M (1877) Ueber die Einwirkung der Monochloressigsäure auf Sulfojansäure und ihre Salze. *J Prakt Chem* 16: 1-17
- Wojtczak L (2001) Marceli Nencki - człowiek i uczoney w setną rocznicę śmierci. *Kosmos* 50: 179-191
- O'Rourke B (2010) From Bioblasts to Mitochondria: Ever Expanding Roles of Mitochondria in Cell Physiology. *Front Physiol* 1: 7
- Altmann R (1889) Über nukleinsäuren, *Archiv für Anatomie und Physiologie. Physiol* 524
- Linton SD (2005) Emil von Behring Infectious Disease, Immunology, Serum Therapy, American Philosophical Society Philadelphia
- Stern F (2004) Paul Ehrlich: The Founder of Chemiotherapy. *Angew Chem Int Ed* 43: 4254-4261
- Silverstein MA, Ehrlich P (2002) Paul Ehrlich's Receptor Immunology: The Magnificent Obsession, Academic Press

- Hoffding H (1899) Życiorysy znakomitych ludzi. Karol Darwin. Wyd. Bronisław Natson Warszawa
- Dobrzyńska M (2017) Maria Skłodowska-Curie, her life and work - the 150 anniversary of her birthday. *Rocz Panstw Zakł Hig* 68: 309-312
- Bretislav F (2005) Fritz Haber (1868-1934). *Angew Chem Int Ed Engl* 44: 3957
- Sprinzl M, Erdmann VA (2009) Protein biosynthesis on ribosomes in molecular resolution: Nobel Prize for chemistry 2009 goes to three chemical biologists. *Chembiochem* 10: 2851-2853
- Kwiatkowski AZ (1994) Ludwik Pasteur (1892-1895) życie i dzieło. *Post Mikrobiol* 33: 3-8
- Zwolska Z (2010) Koch i jego dokonania - rys historyczny. *Post Mikrobiol* 49: 139-150
- Więckowski AB (2014) Max von Lane (1879-1960). *Nauka* 2:151-170
- Russo R, Starita G (1996) *Mathematical Problems in Elasticity*. Red. Russo R, World Scientific Publishing Co Pte Ltd
- Brock H (2001) Zwyciężyć tyfus - Instytut Rudolfa Weigla we Lwowie. Dokumenty i wspomnienia, red. Stuchly AZ, Wrocław: Sudety
- Rafalska-Łasocha A (2015) Obchody 100. Rocznicy śmierci Karola Stanisława Olszewskiego (1846-1915). *Prace Komisji Historii Nauk PAU, XIV*, 335-345
- Barańska J, Dżugaj A, Kwiatkowska-Korczak J (2008) Życie i tragiczna śmierć Jakuba Karola Parnasa, wybitnego polskiego biochemika, współodkrywcy glikolizy. *Kosmos* 57: 1-17
- Hirszfeld L (1946) Historia jednego życia. Czytelnik
- Lonc E, Gościński G (2012) Professors Rudolf Weigl and Ludwik Hirszfeld - in the meanders of History. *Ann Parasitol* 58: 189-199
- Stranges NA (2000) *The German Chemical Industry in the Twentieth Century*, Springer Science & Business Media (red Lesch JE)
- Farge M (2008) Hermann von Helmholtz (1821-1894). Cambridge University Press
- Sadowska-Bartosz I, Galiniak S, Bartosz G (2014) Reakcja Fentona. *Kosmos* 63: 309-314
- Grundmann E (2002) Gerhard Domagk The First Man to Triumph over Infectious Diseases. LIT Verlag Münster
- Kłobukowska J (2013) Laureaci Nagrody Nobla w dziedzinie nauk ekonomicznych. Historia i wkład laureatów do współczesnej myśli ekonomicznej. *Opium* 4: 145-146
- Rutkowski B, Ostrowski J (2009) Tadeusz Reichstein: from description of coffee aroma to discoveries of cortisone and aldosterone. *J Nephrol* 22: 80-85
- Grzybowski A, Pietrzak K (2012) Tadeusz Reichstein (1897-1996): a co-founder of modern steroid treatment in dermatology. *Clin Dermatol* 30: 243-247
- Shampo MA, Kyle RA, Steensma DP (2012) Isidor Rabi - 1944 Nobel Laureate in Physics. *Mayo Clin Proc* 87: 11
- Ramsey NF Jr (1993) I.I. Rabi 1898-1988. Biographical memoirs. 62. Washington, National Academies Press 309-324
- Keynes M, Cox TM (2008) William Bateson, the rediscoverer of Mendel. *J R Soc Med* 101: 104
- Mayo DW, Pike RM, Forbes DC (2011) *Microscale Organic Laboratory with multistep and mutliscale syntheses*. John Wiley and Sons, Inc (red Yee J)
- Noiville F (2008) Isaac B. Singer A Life. Northwestern University Press, (tłum. Temerson C)
- Chargraff E (1950) Chemical specificity of nucleic acids and mechanism of their enzymatic degradation. *Experientia* 15: 201-209
- Ferry JP (2003) *Women In Science*. Maria Goeppert-Meyer. Physicist. Wyd. Chelsea House Publishers
- Sachs GR (1979) Maria Goeppert-Mayer 1906-1972. *National Academy of Sciences USA* 309-328
- Kardaś T, Kardaś S (2004) Albert Abraham Michelson - noblista ze Strzelna. *Foton* 84: 25-36

42. Fry M (2016) *Landmark Experiments in Molecular Biology*, red. Leonard J, Academic Press
43. Thomas DR (1991) *Biographies of Scientists for Sci-Tech Libraries: Adding Faces to the Facts*, red Stankus T, CRC Press
44. Kresge N, Simoni R, Hill R (2005) *Chargaff's Rules: the Work of Erwin Chargaff*. *J Biol Chem* 280: 21
45. Hellwig M, Hentle T (2014) Baking, ageing, diabetes: a short history of the Maillard reaction. *Angew Chem Int Ed Engl* 53: 10316-10329
46. Heller J (1957) Sprawozdanie z podróży naukowej do USA. *Post Biochem* 3: 360
47. Mejbbaum W (1967) Preparation of bovine thyroid-stimulating hormone using the tannin and caffeine procedure. *Biochim Biophys Acta* 136: 159-161
48. Noé AC (1934) *Gotlieb Haberlandt*. *Plant Physiol* 9: 850-855
49. Legocki A (2013) *Hilary Koprowski (1916-2013)*. *Nauka* 2: 81-188
50. Wallace A (2006) *D'Arcy Thompson and the theory of transformation*. *Nat Rev Genet* 7: 401-406
51. Kuźnicki L (2008) *Instytut Biologii Doświadczalnej im. Marcelego Nenckiego Historia i Teraźniejszość*. Instytut Biologii Doświadczalnej PAN (red Kuźnicki L, Sikora J)
52. Dulak J (2013) *Profesor Waclaw Szybalski - prekursor terapii genowej*. *Wszczęświat* 114: 1-3
53. Dujon B (2009) *In Memoriam Piotr Slonimski (1922-2009)*. *The Unconventional Yeast Geneticist*, *Genetics* 183: 1-2
54. Steinman L, Shoenfeld Y (2014) *From defining antigens to new therapies in multiple sclerosis: Honoring the contributions of Ruth Arnon and Michael Sela*. *J Autoimmun* 54: 1-7
55. Giomataris I (2010) *Georges Charpak (1924-2010)*. *Nature* 467: 1048
56. Berends F (2009) *Hendrik Antoon Lorentz: his role in physics and society*. *J Phys Condens Matter* 21: 164223 (8)
57. Szybalski W (1997) *In memoriam Julius Marmur (1926-1996)*. *Gene* 204: 1-3
58. Wade N (1978) *Three-lap race to Stockholm*. *New Scientist* 78: 301-303
59. Holmes K (2017) *Klug A. A Long Way From Durban*, Cambridge University Press
60. Maynard L (1958) *James Batcheller Sumner 1887-1955*. *National Academy of Sciences USA* 374-396
63. Baulcombe D (2004) *RNA silencing in plants*. *Nature* 43: 356-363
61. Wool I (1990) *Heinz-Günter Wittmann*. *Trends Biochem Sci* 15: 332
62. Sprinzl M, Erdmann VA (2009) *Protein biosynthesis on ribosomes in molecular resolution: Nobel Prize for chemistry 2009 goes to three chemical biologists*. *Chembiochem* 10: 2851-2853
64. Shmaefsky RB (2006) *Biotechnology 101*, Greenwood Publishing Group
65. Balińska MA, Schneider WH (2010) *Ludwik Hirszfild: The story of one life*, University of Rochester
66. Kubiak ZJ, Ciemerych AM, Żernicka-Goetz M, Borsuk E, Modliński AJ, Malaszewski M (2017) *Nulla Dies Sine Linea - Andrzej Krzysztof Tarkowski, embriolog, 1933-2016*. *Kosmos* 66: 1-5
67. Rolle K, Majsner K, Barciszewski J (2013), *Günter Blobel - wielki naukowiec i wspaniały mecenas kultury i sztuki*. *Arch Hist Fil Med* 76: 35-41
68. Hoffmann R (1981) *Building Bridges between Inorganic and Organic Chemistry Nobel lecture*, 34-66
69. Mejbbaum W (1939) *Über die Bestimmung kleiner Pentosemengen, insbesondere in Derivaten der Adenylsäure*. *Z Physiol Chem* 258: 117-120
70. Beadle GW, Tatum EL (1941) *Genetic Control of Biochemical Reactions in Neurospora*. *Proc Natl Acad Sci USA* 15: 499-506
71. Wittmann HG (1982) *Crystallization of Escherichia coli ribosomes*. *FEBS Lett* 146: 217-220
72. McClintock B (1951) *Chromosome Organization and Genic Expression*. *Cold Spring Harbor Symposia on Quantitative Biology* 16: 13-47
73. Noble D (2015) *Conrad Waddington and the origin of epigenetics*. *J Exp Biol* 218: 816-818
74. Hershey A, Chase M (1952) *Independent functions of viral protein and nucleic acid in growth of bacteriophage*. *J Gen Physiol* 36: 39-56
75. Wierchowski LK (2015) *Stulecie urodzin profesora Davida Shugara*. *Post Biochem* 61: 234-235
76. Watson J., Crick F. (1953) *Molecular structure of nucleic acids; a structure for deoxyribose nucleic acid*. *Nature* 25: 737-738
77. Gabrylska MM, Barciszewski J (2011) *Odyseja 1961: 50 lat kodu genetycznego*. *Nauka* 3: 77-88
78. Crick F (1970) *Central dogma of molecular biology*. *Nature* 8: 561-563
79. Hoagland M, Zamecnik P (1958) *A soluble ribonucleic acid intermediate in protein synthesis*. *J Biol Chem* 231: 241-257
80. Rich A (1962) *On the problems of evolution an biochemical information transfer in Horizons Biochemistry*. Academic Press, New York, Kasha M, Phulman B eds, 103-126
81. Opara-Kubińska Z, Kubiński H (1964) *Interaction between denatured DNA, polyribonucleotides, and ribosomal RNA: attempts at preparative separation of the complementary DNA strands*. *Proc Natl Acad Sci USA* 52: 923-930
82. Holley RW (1968) *Alanine Transfer RNA*. *Nobel Lecture*, 324-337
83. Sanger F, Nicklen S, Coulson AR. (1977) *DNA sequencing with chain-terminating inhibitors*. *Proc Natl Acad Sci USA* 74: 5463-5467
84. Maxam AM, Gilbert W (1997) *A new method for sequencing DNA*. *Proc Natl Acad Sci USA* 74: 560-564
85. Mullis KB (1990) *The unusual origin of the polymerase chain reaction*. *Sci Am* 262: 56-65

Origins of molecular life sciences. Polish context

Jakub Barciszewski¹, Maciej Szymański², Aleksandra Malesa¹, Daria Olszewska¹, Wojciech T. Markiewicz¹, Jan Barciszewski^{1,✉}

¹Institute of Bioorganic Chemistry of the Polish Academy of Sciences, 12 Noskowskiego St., 61-704 Poznań, Poland

²Department of Computational Adam Mickiewicz University, 63 Umultowska St., 61-614 Poznań, Poland

✉e-mail: Jan.Barciszewski@ibch.poznan.pl

Key words: molecular biology, systems biology, biological sciences, life sciences, history of sciences.

ABSTRACT

Different scientific disciplines such as physics, genetics or biochemistry crossed over into molecular biology in the last century. The Polish state didn't existed at the beginning of XX century, but the territory for a large number of scientists was not a limitation in delineating new routes, making fundamental discoveries or training the new generation of distinguished people of sciences. We want to tell the story of roots of molecular biology from the Polish perspective and outline its importance, by bringing closer the most essential discoveries of elite scientists in different fields of life science, associated with Poland and its territory