

Stanisław

MRÓWCZYŃSKI

Wyprawa do Nowego Świata będąc przejawem ogromnej odwagi, fantazji i wytrwałości Krzysztofa Kolumba była jednocześnie przedsięwzięciem wynikającym ze stanu ówczesnej wiedzy, możliwym dzięki osiągniętemu poziomowi techniki i sztuki żeglarskiej.

Przez długie lata Kolumb poszukiwał argumentów na rzecz swego zamysłu dotarcia do Indii drogą wiodącą z Europy na zachód. Marginesy swej ulubionej książki *De Imagine Mundi* (*Obraz Świata*) Pierre'a d'Ailly'ego (Piotra z Aliaco), z którą nie rozstawał się przez długie lata, pokrył kilkuset uwagami świetnie dokumentującymi tok jego myśli. I tak w pewnym miejscu Kolumb pisze: *Ziemia to sfera kulista*. Ta zasadnicza przesłanka dla całego przedsięwzięcia była już dobrze ugruntowanym poglądem wśród wykształconych elit owego czasu. Drugą przesłankę Kolumb formułuje w notatce: *Kraniec zamieszkałej ziemi na wschodzie i kraniec zamieszkałej ziemi na zachodzie są dostatecznie bliskie, a pośrodku małe morze*. Ciekawe, że ta opinia była od czasów starożytnych bardzo rozpowszechniona. Była ona częścią teorii, zgodnie z którą na naszej planecie jest jednolity ląd – Eurazja z Afryką (wykluczano istnienie innych kontynentów) obmywany ze wszech stron oceanem. Ptolemeusz uważał, iż szerokość ładu jest równa szerokości oceanu, ale przeważał pogląd, że ląd zajmuje dużo więcej miejsca niż ocean. Z faktu, że słońce żyją w górach Atlasu i w Indiach, wyciągano wniosek o bliskości tych miejsc.

Kilka marginesów pokazuje, że Kolumb próbował ocenić, jaka jest szerokość oceanu. Punktem wyjścia do jego rozważań było stwierdzenie grecko-syryjskiego geografa z I w.n.e., Marinosa z Tyru, że spośród 360° obwodu Ziemi na ląd przypada 225°, a na ocean 135°. Kolumb zmniejszył ową liczbę o 58° argumentując, że w czasach Marinosa Azja kończyła się gdzieś na (dzisiejszym) Półwyspie Malajskim, Marco Polo zaś, którego *Opisanie Świata* słynny genueńczyk pilnie studiował, przesunął granicę poznanego świata do Chin, a później do Japonii. Nieznany ocean na zachodzie rozpoczynał się zaś na Wyspach Kanaryjskich, więc Kolumb odjął dalsze 9° i w ten sposób otrzymał kątową odległość do przepłynięcia

Dzieło Kopernika *De Revolutionibus* było już omawiane i komentowane przez niezliczonych autorów, coż może zatem tu dodać nasze pismo? Jeszcze jednego artykułu pochwalnego chyba nie warto pisać, tymczasem niepodobna się tego ustrzec pisząc o dziele naprawdę epokowym. Znaczenie tego dzieła jest bowiem bezsporne: nie tylko podawało światu nową prawdę (jak czynią wszystkie prace przyczynkowe), ale prawda ta była największej wagi, samo zaś dzieło stało się inspiracją dla wielu badaczy żyjących po Koperniku (a tego już prace przyczynkowe nie zapewniają).

Ruchy planet na niebie śledzone były od kilku tysięcy lat i na podstawie tych obserwacji powstał ptolemeuszowski model Układu Słonecznego. Model ten niezłe spełniał swoje zadanie, tzn. pozwalał na obliczanie przyszłych położeń planet, a ponadto w razie wykrycia niezgodności z obserwacjami mógł być łatwo poprawiony przez dodanie nowych epicykli. W rezultacie ogół astronomów właściwie nie czuł potrzeby zmiany uświęconego nauką i religijną tradycją światopoglądu. Dlaczego więc do tej zmiany wreszcie doszło?

Wydaje się, że wszelkie sądy na ten temat zawierają się między dwiema skrajnościami. Jedni mówią tu o geniuszu Kopernika, który bezpardonowo obalił tak – zdawałoby się – niewzruszony pogląd na centralną pozycję Ziemi, podczas gdy inni twierdzą, że Kopernik jedynie stworzył nową hipotezę inaczej interpretującą dostępne wówczas dane obserwacyjne. Cały kłopot w tym, że – moim zdaniem – prawda nie leży tu pośrodku, lecz obejmuje obie te skrajności. Kopernik był geniuszem, ale niezwykle ostrożnym, krytycznym dla siebie i obawiającym się konsekwencji swojej pracy, zarazem rzeczywiście przeniesienie początku układu odniesienia z Ziemi do Słońca nie jest z obecnego punktu widzenia niczym nadzwyczajnym, a jednak wówczas spowodowało jedną z najdramatyczniejszych rewolucji w nauce.

Obserwacje to rzecz święta; jeżeli wykonane są poprawnie, można się z nimi tylko pogodzić. I takie właśnie obserwacje dziennego obrotu nieba i zawitych ruchów planet na niebie były dostępne całej społeczności piętnastowiecznych astronomów. Jednak dopiero Kopernik dobitnie wyraził, że dobowy obrót nieba musi być złudzeniem i że to Ziemia musi się obracać. Wszyscy też widzieli, że składając (według ówczesnego kanonu) ruch planet z ruchów kołowych, trzeba było zastosować tzw. główny epicykl o rozmiarach jednakowych dla wszystkich planet. Jednak znowu dopiero Kopernik zauważył i nie zawahał się jawnie stwierdzić, że przecież może to być odbiciem ruchu Ziemi wokół Słońca. Inaczej mówiąc, obserwujemy planety z ruchomej Ziemi, więc jej ruch musi modyfikować własny ruch planet na niebie. Te banalne dla nas wnioski z oczywistej zasady względności ruchów były w owym czasie rewelacją i pociągały za sobą daleko idące skutki. Bo skoro Ziemia jest jedną z planet, to cały mistyczny podział na „świat ziemski” i „świat niebieski” traci sens, świat staje się w jakimś sensie jednolity. Sfera gwiazd stałych staje się niemal zbędna, w szczególności odpada konieczność przypisywania jej jakichkolwiek ruchów. Odtąd może ona stanowić jakieś ogromne, niezmiennie i o nie znanej na razie naturze otoczenie Układu Słonecznego. Nawiasem mówiąc, brak paralaktycznych przesunięć gwiazd na niebie (w każdym razie mierzalnych), co przecież byłoby koronnym dowodem słuszności modelu heliocentrycznego, Kopernik z całym spokojem i wbrew panującym wówczas opiniom tłumaczył ogromną odległością gwiazd. I okazuje się, że miał rację! – pierwsze paralaksy gwiazd zostały zmierzone dopiero w XIX w. za pomocą przyrządów w jego czasach jeszcze nie istniejących.

Kopernik nie ograniczył się do wypowiedzenia swoich przekonań, lecz na podstawie swojej – formalnie – hipotezy (nie mógł „udowodnić” centralnej pozycji Słońca, gdyż nie istniała wtedy jeszcze dynamika) wysnuł szereg wniosków, czyniąc ją przez to teorią. Np. wynikające z jego heliocentrycznego modelu stosunki rozmiarów deferentów planet do ich głównego epicyklu zinterpretował jako – mówiąc dzisiejszym językiem – rozmiary orbit planetarnych wyrażone w jednostkach astronomicznych, uzyskując świetną zgodność z rzeczywistością. W odniesieniu do Księżyca wykazał, że stosunek jego najmniejszej odległości od Ziemi do największej wynosi 0,76 (w rzeczywistości 0,88), podczas gdy według Ptolemeusza stosunek ten – wbrew oczywistym faktom – wynosił 0,52.

Oprócz samych rozważań merytorycznych Kopernik umieścił w swoim dziele szereg uwag metodologicznych. Tak np. przestrzegał przed budowaniem teorii opartej na zbyt dowolnie przyjmowanych założeniach. Nie da się wprawdzie mechanicznie oddzielić zawczasu założeń „zbyt dowolnych” od dobrych, ale sprawdzianem poprawności badań zawsze będą wypływające z nich wnioski. Powiedzielibyśmy dziś, że ta nauka jest dobra, której przewidywania potwierdzają się w obserwacjach – jest to zasada dla nas tak oczywista, że niemal się o niej nie mówi. Jeszcze jedną tego rodzaju świętą zasadą jest dla Kopernika konieczność logicznego rozumowania. Skutki jej stosowania mogą być przeogromne. Weźmy bowiem taki przykład. Wysokość bieguna niebieskiego zależy od szerokości geograficznej obserwatora – stąd wniosek, że Ziemia jest kulista. Dalej, gwiazdy leżące na równiku niebieskim tyle samo czasu spędzają nad horyzontem, co pod nim – stąd wniosek, że gwiazdy (przynajmniej te właśnie) znajdują się bardzo daleko w porównaniu z rozmiarami Ziemi. A stąd wniosek końcowy: rozsądniej jest przypisać ruch obrotowy małej Ziemi niż nie wiadomo jak wielkiej „sferze gwiazd”. Wreszcie niebagatelnym argumentem za słusznością nowej teorii była według Kopernika (i jemu współczesnych) jej „harmonijność”, doskonalsza niż w teorii geocentrycznej. Okazało się mianowicie, że im dłuższy jest czas obiegu planety (oczywiście, wokół Słońca), tym obszerniejsza jest jej orbita – taka prawidłowość w modelu geocentrycznym nie miała szans się ujawnić.

Nie należy zapominać też o niedostatkach pracy Kopernika. Wspominaliśmy już, że nie zdobył się na zrezygnowanie z deferentów i epicykli, czyli z tradycyjnej metody składania ruchów jednostajnych po kołach. Trzeba jednak pamiętać, że służyło to opisowi ruchu planet, czyli kinematyce, bez wnikania w przyczyny takiego właśnie ruchu. Z tradycji tej zrezygnował dopiero Kepler odkrywając ruch po elipsie, też zresztą metodą prób i błędów. Również jednostkę astronomiczną Kopernik oceniał bardzo fałszywie. Według niego Słońce znajdowało się 20 razy dalej niż Księżyc (w rzeczywistości 400 razy dalej), nie miało to jednak większego znaczenia dla jego teorii ruchów planet, gdzie istotne są stosunki rozmiarów ich orbit.

Nie ma potrzeby dowodzić, że nawet na tle epoki, która wydała wielu wybitnych ludzi, Kopernik jest postacią należącą do najwybitniejszych. Jak każde odkrycie astronomiczne, tak i jego dzieło nie miało wielkiego wpływu na codzienne życie szarych ludzi, ale na sposób myślenia ówczesnych elit miało wpływ ogromny. Taka pozornie błaźnista, jak zmiana układu odniesienia, spowodowała niesłychany ferment w nauce, stała się przyczyną, dla której jedni robili kariery, inni ginęli, i jeszcze niemal 150 lat upłynęło, zanim model heliocentryczny uzyskał potwierdzenie ze strony dynamiki i walka o nowy system świata ustała.

Tomasz KWAST

równą 68°. W rzeczywistości odległość między kanaryjską wyspą Ferro i Tokio wynosi 202° 13'.

Już w III w. p.n.e. grecki geograf Eratostenes ocenił 1° szerokości jako 700 stadionów. Przyjmując długość stadionu jako 160 m otrzymujemy dla 1° rzeczywistą wielkość około 110 km. Kolumb wiedział, że po Eratostenesie podobne pomiary wykonał w IX w. n.e. arabski geograf Al-Farghani otrzymując dla 1° szerokość 56 $\frac{2}{3}$ mili arabskiej, która równa jest 1973 m. W swoich obliczeniach Kolumb przyjął milę włoską równą 1480 m zamiast arabskiej i znalazł długość do przepłynięcia

$$68 \times 56 \frac{2}{3} \times 1,48 = 5710 \text{ km.}$$

Liczba ta stała się podstawą planów wielkiej wyprawy, choć trzeba powiedzieć, że budziła wątpliwości już u współczesnych. Gdyby Kolumb znał rzeczywistą odległość między wyspą Ferro a Tokio, która wynosi 19042 km, nie ruszyłby zapewne na nieznaną ocean.

Przedstawione argumenty, choć częściowo błędne, miały charakter całkowicie racjonalny. Ale Kolumb był człowiekiem Średniowiecza i wiary od widzy ściśle nie oddzielał, więc uzasadnienia dla swego zamysłu szukał również w tekstach filozofów i proroków. Na marginesie *Medei* Seneki zapisuje hiszpańskie, nieco dowolne tłumaczenie kilku wersów rzymskiego poety: *Nastaną na świecie czasy, kiedy Ocean osłabi więzi rzeczy i odłoni się wielka ziemia, i nowy żeglarz, podobny temu, który wiódł Jazona i nosił imię Tifis, odkryje nowy świat, a wtedy wyspa Tile nie będzie ostatnią z ziem.*

W apokryficznej, czwartej księdze *Ezdrasza* znajduje się natomiast potwierdzenie sądu o małości oceanu: *A trzeciego dnia rozkazateś się wodom zebrać na siódmą część Ziemi, a sześć części osuszysz zachowateś (...).*

* * *

W wiekach XIV i XV technika budowy statków, wiedza i sztuka żeglarska poczyniły znaczne postępy. Dzięki nim oceaniczny rejs nie był pomysłem szaleńca, lecz całkiem realnym przedsięwzięciem.

Po Morzu Śródziemnym od czasów starożytnych pływały statki wiosłowe z żaglami używanymi jedynie przy sprzyjających wiatrach. Kombinacja żagli i wiosel była całkowicie zadowalająca, dopóki żegluga odbywała się w rejonach przybrzeżnych, gdzie łatwo można było zdobyć wodę i żywność dla wieloosobowych załóg wiosłarzy. Od początku XIV w.

żeglarze śródziemnomorscy odbywają regularne rejsy aż do Brugii we Flandrii, ci zaś z wybrzeży atlantyckich odwiedzają porty śródziemnomorskie. Ożywione kontakty wpływają na szybkie zmiany, jakim ulega konstrukcja statków i ich ewolucja ku typom wspólnym dla wszystkich flot europejskich. W stoczniach żeglarzy północy – spadkobierców Wikingów – budując statek zaczynało od jego kadłuba, po ukończeniu którego wykonywano roboty ciesielskie we wnętrzu. Poszycie robione było z desek zachodzących na siebie, tzn. „na zakładkę”. Całość technologii umożliwiała jedynie budowę niewielkich jednostek. W wieku XV porzucono tradycyjną technikę i przyjęto sposób szkieletów śródziemnomorskich, którzy najpierw wykonywali szkielec statku, a potem kadłub formując go z desek łączonych „na styk”, żeby tworzyły gładką powierzchnię. Dzięki żeglarzom północy natomiast przyswajano sobie w krajach śródziemnomorskich typ statku poruszanego wyłącznie wiatrem, początkowo z jednym masztem, później z dwoma, w końcu z trzema masztami. Od końca XIV wieku pojawiają się karawele, statki budowane w Portugalii, na biskajskim wybrzeżu Kastylii i w stoczniach Andaluzji. Ponieważ z czasem wprowadzono liczne zmiany konstrukcyjne, szczególnie w ożaglowaniu, więc określenie *karawela* jest mało precyzyjne. Z tego też powodu bardzo trudno jest zrekonstruować statki z wyprawy Kolumba, których plany się nie zachowały.

Karawele były zwykle trójmasztowe; miały: fokmaszt – przedni, grotmaszt – główny, środkowy i bezanmaszt – tylny. Wyposażone były również w bukszpryt – drzewce wydłużające jakby kadłub statku do przodu. W porównaniu ze swymi poprzednikami karawele miały bardzo dużą powierzchnię żagli. Ożaglowanie było początkowo gąflowe, później rejowe bądź mieszane. W pierwszym przypadku żagiel rozpinany jest na gąflu – drzewcu skośnie umocowanym do masztu. Gdy nie ma wiatru, żagiel ustawia się wzdłuż osi statku. Przy ożaglowaniu rejowym żagiel umocowany jest do prostopadłej do masztu rei i zwisa prostopadle do osi statku, jeśli jest bezwietrznie. Grotmaszt, który oprócz żagla dolnego – grota niósł także żagiel mniejszy, zwany marslem, robiono z dwóch części. Do grubej i mocnej podstawy przymocowywano odejmowaną stengę i na niej rozwieszano marsel. Poza żaglami podstawowymi, umieszczonymi na bezanmaszcie, grotmaszcie i fokmaszcie,

Zawrotna kariera bulwy

Jan TRĘTOWSKI

Przeciętny mieszkaniec naszego kraju nie wyobraża sobie obiadu bez ziemniaka. Upodobania nasze są bardzo różne. Mieszkańcy wschodniej części kraju wolą ziemniaki białe i sypkie, podczas gdy mieszkańcy części zachodniej raczej żółte i zwięzłe. Podobnie układają się upodobania w całej Europie. W krajach bardziej uprzemysłowionych ziemniak traktowany jest jako jarzyna, warzywo i większy jest udział w diecie codziennej różnego rodzaju produktów przetworzonych, takich jak: frytki, chipsy, placki ziemniaczane, budyń, puree, w postaci platków itp.

Bulwa ziemniaczana zawiera substancję zapasową – skrobię, która ma różnorodne zastosowania w gospodarstwie domowym: krochmal, spirytus, kleje. Ogromna jest również skala zastosowań produktów pochodnych skrobi w przemyśle.

Można więc sformułować tezę, że żadne społeczeństwo nie mogłoby dzisiaj normalnie funkcjonować, gdyby nie bulwa ziemniaczana – przekształcony pęd podziemny, powstająca bez dostępu światła. Ziemniak jest wszechobecny w naszym życiu jak powietrze. I podobnie jak powietrze zauważamy go wtedy, gdy jest go brak.

A przecież ziemniak nie zawsze był obecny w naszym życiu. Nie znany był w starożytnych Chinach, Egipcie, Grecji, Rzymie. Nie wspomina o ziemniaku Biblia, w której występuje np. jabłko, proso, oliwka. Nie znał ziemniaka także średniowieczny Europejczyk.

Obecność ziemniaka w naszej rzeczywistości zawdzięczamy odkryciu Ameryki. Ameryka jest ojczyzną ziemniaka (podobnie jak tytoniu), jest kontynentem, gdzie ziemniak występuje w stanie dzikim.

W Ameryce, ojczyźnie ziemniaka, do dziś występuje około 2000 dzikich gatunków ziemniaka, z których zaledwie niewielka część ma zdolności do tworzenia bulw (tuberyzacji). Uważa się, że ojczyzną tych gatunków jest teren obecnego Meksyku.

Ziemniak w Ameryce Południowej był uprawiany na długo przed przybyciem Kolumba. Pierwsze próby „udomowienia” ziemniaka miały miejsce w rejonie Andów, w południowej części obecnego Peru i północnej Boliwii. Następnie przez migrujących Indian przeniesiony został na tereny dzisiejszego Chile.

Do Europy ziemniak został przywieziony w II połowie XVI wieku z terenów obecnej Kolumbii; do Hiszpanii – około 1570 roku, do Anglii – około 1590 roku. Na przełomie XVI i XVII wieku andyjskie ziemniaki były uprawiane w łagodnych warunkach południowej i zachodniej Europy. W tym okresie ziemniak był traktowany jako roślina lecznicza i ozdobna.

Początki uprawy ziemniaka w celach jadalnych miały miejsce w Irlandii już na początku XVII wieku. Tam też na skutek selekcji w kierunku adaptacji do warunków środowiska powstał ziemniak jako gatunek europejski, który około 1750 roku Linneusz opisał jako *Solanum tuberosum*. Według naszej tradycji ziemniak miał być do Polski przywieziony przez wyprawę króla Jana III Sobieskiego powracającą z odsieczy wiedeńskiej.

Od przybycia do Europy rozpoczyna się właśnie zawrotna kariera bulwy ziemniaczanej. Już w II połowie XVII wieku ziemniak uzyskał ogromne znaczenie w procesie industrializacji naszego kontynentu. Stał się tanim pożywieniem dla robotników, których liczba gwałtownie wzrastała. W XIX wieku rozwinął się przerób przemysłowy ziemniaka na krochmal i spirytus. Wzrasta znaczenie ziemniaka jako paszy dla zwierząt.

Kłeska nieurodzaju ziemniaka spowodowana nadmiernymi opadami w 1848 roku była przyczyną głodu w Irlandii i masowej emigracji.

Obecnie ziemniak jest uprawiany praktycznie na całej kuli ziemskiej, głównie między 30° szerokości południowej i 30° szerokości północnej, a także w afrykańskich krajach śródziemnomorskich. Nastąpił także wzrost produkcji ziemniaka w Azji, głównie w Chinach i Indiach, gdzie np. w latach 1970–1976 produkcja wzrosła ponad dwukrotnie. W Europie ziemniak uprawiany jest od Irlandii po Białoruś. Na powodzenie uprawy ziemniaka w Polsce poza klimatem mają wpływ także warunki glebowe. W Polsce produkcja ziemniaka wynosi od 40 do 50 mln ton rocznie, co daje około 1200 kg na jednego mieszkańca (1980 r.) – najwięcej na świecie; w tym samym roku Holandia wyprodukowała 880 kg, Białoruś około 1000 kg, Irlandia 300 kg (też w przeliczeniu na jednego mieszkańca). Holandia przeznaczająca największą część swoich gruntów ornych pod uprawę ziemniaka – około 19,3%, Polska – około 15%.

Znaczenie gospodarcze ziemniaka wymaga jego dalszego i ciągłego doskonalenia. Praktycznie każdy liczący się w produkcji ziemniaka kraj prowadzi prace hodowlane mające na celu uzyskiwanie coraz lepszych i wydajniejszych form noszących nazwę odmian. Wyróżniamy więc odmiany jadalne o różnej barwie miąższu i konsystencji (typie kulinarnym), odmiany skrobiowe, pastewne i specjalne, przeznaczone do przerobu na różne produkty spożywcze. Pod względem długości okresu wegetacji dzielimy odmiany na bardzo wczesne, wczesne, średnio wczesne, średnio późne i późne.

W Polsce uprawia się obecnie około 50 odmian. Do najbardziej znanych należą:

bardzo wczesne (60 – 70 dni wegetacji)	Frezja, Ruta, Koral, Irys
wczesne (80 – 90 dni wegetacji)	Jaśmin, Perkol, Lotos (jadalne) i Duet (skrobiowa)
średnio wczesne (około 100 dni wegetacji)	Elida, Beryl, Mila, Fauna (jadalne) oraz Ronda, Bliza, Darga (skrobiowe)
średnio późne (około 110 dni wegetacji)	Sokół, Bryza, Atol, Arkadia (jadalne) oraz Certa, Cisa, Brda (skrobiowe)
późne (około 120 dni wegetacji)	Tarpan, Janka, Bronka (jadalne) oraz Bóbr, Stobrawa, Bzura (skrobiowe)

Różnorodność odmian zapewnia stabilizację produkcji czyniąc ją mniej zależną od zmiennych warunków pogodowych. W krajach o wysokim poziomie rolnictwa (Niemcy, Holandia, Francja) liczba odmian będących w uprawie jest zdecydowanie wyższa.

Ziemniak jako roślina uprawna zrobił więc w okresie ostatnich 500 lat, które minęły od odkrycia Ameryki, karierę wręcz zawrotną.

W krajach uprzemysłowionych i rozwiniętych gospodarczo nastąpiła pewna stabilizacja produkcji spowodowana głównie powstaniem zaplecza przemysłowego. W krajach trzeciego świata prawdopodobnie będziemy obserwować dalszy wzrost jego produkcji i znaczenia. W stolicy Peru, Limie, działa Międzynarodowy Ośrodek Badawczy (International Potato Centre) zajmujący się rozpowszechnianiem ziemniaka w tych krajach.

Bulwa ziemniaczana zawiera skrobię, podobnie jak ziarno zbóż, i skrobia jest głównym przedmiotem zainteresowania z punktu widzenia gospodarki. Jednak chyba warto wiedzieć o tym, że ziemniak jest także ważnym źródłem witaminy C. Zawiera jej mniej niż np. cebula czy czarna porzeczka, lecz fakt, że spożywamy go praktycznie codziennie, spowodował, że taka choroba, jak szkorbut, jest obecnie nieznaną w północnej i środkowej Europie.

stosowano również dodatkowe żagle rozpinane między masztami i na bukszprycie.

Walory żeglarskie karawel były niezwykle wysokie. Mogły one pływać z prędkością, którą oceniano na 10 węzłów (jeden węzeł to jedna mila morska na godzinę). Potrafiły żeglować pod wiatr, więc nie były zdane tylko na sprzyjające wiatry. Ca' da Mosto, Wenecjanin w służbie portugalskiej, który w roku 1456 odkrył Wyspy Zielonego Przylądka, pisał, że potrafił żeglować kursem pod kątem 6 rumbów, tj. 67,5° do kierunku wiatru.

Postępom w budowie statków towarzyszył rozwój nawigacji, czyli sztuki prowadzenia statków. Od początku XIV w. jest w użyciu przejęta od Arabów busola (od słowa *buzula* – skrzyneczka z bukszpanowego drewna), dzięki której można było określić kurs statku. W owym czasie nie wiadano, oczywiście, że magnetyczna igła kieruje się nie w stronę geograficznego, lecz magnetycznego bieguna Ziemi. Odkrycie deklinacji magnetycznej zawdzięczamy właśnie Kolumbowi, o czym jeszcze poniżej.

Około roku 1480 opanowano umiejętność wyznaczania szerokości geograficznej pozycji statku na podstawie wysokości katowej nad widnokregiem Słońca lub Gwiazdy Polarnej. Wykorzystywano do tego zmniejszone i zmodyfikowane astrolabium i kwadrant. Relacja między położeniem Słońca czy Gwiazdy Polarnej a szerokością geograficzną zależy, oczywiście, od dnia roku. Tablice deklinacji Słońca umożliwiające odpowiednie przeliczenie sporządzili Portugalczycy i wydali je w Wenecji w roku 1483.

Dokładne wyznaczenie długości geograficznej stało się możliwe dopiero w połowie wieku XVIII, gdy weszły do użytku precyzyjne zegary. W czasach Kolumba oceniano długość geograficzną na podstawie przebytej przez statek drogi. Czas na statkach określano za pomocą zegarów piaskowych. Z górnej do dolnej części piasek przesypywał się w ciągu pół godziny, potem przydzielony do przyrządu chłopiec okrętowy odwracał klepsydrę, a dowódca wachty zaznaczał na łupkowej tabliczce jej numer. Prędkość statku oceniano według czasu, jaki potrzebował wyrzucony za burtę przedmiot na przepłynięcie wzdłuż statku. Pierwsza wzmianka o logu – przyrządzie do mierzenia prędkości pochodzi dopiero z roku 1577.

Wraz z innymi działami wiedzy żeglarskiej rozwija się kartografia. W XIV w. korzystanie z map staje się powszechne.

W roku 1354 Piotr IV Aragoński nakazał kapitanom swoich statków, aby każdy zaopatrzył się w mapy. Zasadniczy jednak krok w rozwoju kartografii morskiej został zrobiony dopiero 60 lat po śmierci Kolumba. W roku 1569 flamandzki matematyk i kartograf, Gerhard Mercator ogłosił system rzutowania sfery na powierzchnię walca i opracował odpowiednią mapę świata. Mapy w rzucie Mercatora są stosowane w nawigacji do dziś.

* * *

Wyprawy Kolumba będące szczytowym osiągnięciem żeglarskim wieku XV ogromnie się przyczyniły do dalszego rozwoju wiedzy i sztuki żeglarskiej.

Już w trakcie pierwszej wyprawy Kolumb odkrył zjawisko deklinacji magnetycznej. W tydzień od wyruszenia z Wysp Kanaryjskich zauważył, że igła magnetyczna odchyliła się od kierunku wyznaczonego przez Gwiazdę Polarną, przy czym odchylenie wzrastało w miarę posuwania się na zachód. W drodze powrotnej spostrzegł natomiast, że odchylenie się zmniejszało, aż do momentu, gdy w odległości około 100 mil hiszpańskich od Wysp Azorskich igła wskazywała dokładnie północ, a później zaczęła odchylać się w przeciwną niż poprzednio stronę. Obserwacje te powtarzał Kolumb również podczas następnej podróży przez ocean, a opisał w liście pisanym z Hispanioli (Haiti) w roku 1498 w trakcie trzeciej wyprawy.

Drugim wielkim osiągnięciem Kolumba było znalezienie optymalnej z punktu widzenia prądów oceanicznych drogi do Ameryki. Już sam wybór kursu z Hiszpanii na południe do Wysp Kanaryjskich był iście genialny. Od brzegów Półwyspu Pirenejskiego do Wysp Kanaryjskich płynie silny Prąd Kanaryjski. Na południe od owych wysp skręca on gwałtownie na zachód i wpada do nurtu Prądu Północnorównikowego. Prąd ten przecina Ocean Atlantycki w strefie północnych pasatów i dociera do brzegów Kuby i Florydy. Tą właśnie drogą płynął Kolumb na spotkanie z Nowym Światem. Do Hiszpanii natomiast żeglował trzymając się Gólfstromu, który przecina północny Atlantyk z południowego zachodu na północny wschód i znosi statki w kierunku Azorów. Odkrycie właściwej drogi miało ogromne znaczenie – umożliwiło już w kilka lat od pierwszej wyprawy stałą komunikację między Nowym i Starym Światem.

Indyk

Indyk dziki zamieszkiwał obszary dzisiejszych stanów Ohio, Kentucky, Illinois, Arkansas, Tennessee i Alabamy. Obecnie zachował się jedynie w południowej części USA i w Meksyku. Podgatunek południowy, występujący w Meksyku, był ptakiem domowym Azteków. Do Europy został przywieziony przez Hiszpanów na początku XVI wieku.



Pies

Jedynym zwierzęciem domowym Indian był pies. Psy były używane jako zwierzęta juczne i do ciągnięcia wózków. Niektóre plemiona używały psów do ścigania zwierzyny w czasie łowów. Wiele plemion jadło psie mięso, które uważane było za przysmak godny zasłużonych ludzi. Jadano je w czasie ważnych ceremonii i narad.



Mokasyny

Mokasyny stanowiły pierwszą część odzieży indiańskiej przejętej przez Europejczyków. Istniały dwa podstawowe rodzaje mokasynów: 1) o twardej zelówce z niewyprawionej skóry i miękkiej przyszywanej cholewce i 2) całe wykrojone z jednego kawałka miękkiej skóry.

Te pierwsze noszone były na równinach i południowym zachodzie, gdzie sztywny spód chronił stopy przed kamieniami, kaktusami i spaloną ziemią, te drugie – przez Indian zamieszkujących lasy. Ciężkie, europejskie obuwie po przemoczeniu w dzień nie wysychało przez noc i szybko ulegało zniszczeniu. Dlatego biali zdobywcy szybko przyswoili sobie indiańskie obuwie doskonale dostosowane do lokalnych właściwości terenu.



Tobogan

Tobogan, sanie do transportu rannych w górach, wywodzi się z sanek ciągniętych przez psy używanych przez plemiona Athabasków i Algonkinów. Po algonkinsku tobogan oznacza sanki ciągnięte przez psy. Współczesne kajaki budowane są na wzór indiańskich kanu – lekkich łodzi, których drewniany szkielet pokrywany był brzoową korą.



Hamak

Pierwszą stosunkowo dużą wyspę, na którą trafił Kolumb podczas pierwszej wyprawy, nazwał Fernandyną – od imienia Ferdynanda, katolickiego króla Aragonii, jednego z protektorów wyprawy. Tutaj po raz pierwszy Kolumb odwiedził tubylczą chatę i zobaczył wiszące, przywiązane do słupów łóżko. Krajowcy nazywali je „hamak” bądź tak się Kolumbowi wydawało i tak to zapisał. Tubylcza ludność została przez konkwistadorów wymordowana w ciągu kilkudziesięciu lat, a jej język zapomniany. „Hamak” jest prawdopodobnie jedynym zachowanym słowem. O zaletach hamaka nikogo zapewne nie należy przekonywać. Warto może wspomnieć, że hamaki niezwykle się rozpowszechniły w krajach tropikalnych i że służyły marynarzom przez kilka stuleci.