ཚེ་སྲོག་ཚན་རིག་གི་སྔོན་འགྲོའི་སློབ་དེབ་དང་པོ།

ཨེ་མོ་རི་དང་བོད་ཀྱི་ཚན་རིག་ལས་རིམ།

འཕེལ་འགྱུར།

EMORY UNIVERSITY

LIBRARY of Tibetan Works & Archives

ཨེ་མོ་རི་གཙུག་ལག་སློབ་གཉེར་ཁང་དང་བོད་ཀྱི་དཔེ་མཛོད་ཁང་ཐུན་མོང་ནས་པར་སྐྲུན་འདོན་སྤེལ་བྱས།

ETSI Life Sciences Primer I

Evolution

Written and organized by **Dr. Arri Eisen**

Translated by **Geshe Dadul Namgyal**

Emory - Tibet Science Initiative

SCIENCE PRIMERS

ཚེ་སྲོག་ཚན་རིག་གི་སྔོན་འགྲོའི་སློབ་དེབ་དང་པོ།

འཕེལ་འགྱུར།

སློབ་དཔོན་ཨ་རི་ཨཡི་ཛོན་གྱིས་རྩོམ་སྒྲིག་བྱས།

དགེ་བཤེས་དགྲ་འདུལ་རྣམ་རྒྱལ་གྱིས་བསྒྱུར།

ཨེ་མོ་རི་དང་བོད་ཀྱི་ཚན་རིག་ལས་རིམ།

ཚན་རིག་གི་སྔོན་འགྲོའི་སློབ་དེབ།

(སློབ་དེབ་འདི་ནི་ཨེ་མོ་རི་འི་སློབ་དཔོན་རྣམས་ཀྱིས་རྩོམ་སྒྲིག་མཛད་ཅིང་། ཨེ་མོ་རི་དང་བོད་ཀྱི་དཔེ་མཛོད་ཁང་གཉིས་ཀྱིས་བོད་བསྒྱུར་ཞུས།)
པར་བསྐྲུན་བདག་དབང་། ༢༠༡༡ ཨེ་མོ་རི་གཙུག་ལག་སློབ་གཉེར་ཁང་།
བོད་འགྱུར་པར་བསྐྲུན་བདག་དབང་། ༢༠༡༡ ཨེ་མོ་རི་གཙུག་ལག་སློབ་གཉེར་ཁང་།
ལས་གཞི་འདི་ནི་རྒྱ་གར་ཧ་རམ་ས་ལར་ཡོད་པའི་བོད་ཀྱི་དཔེ་མཛོད་ཁང་དང་། ཨ་རི་འི་མངའ་སྡེ་ཇོར་ཇི་ཡའི་གྲོང་ཁྱེར་ཨེ་ཊེ་ལན་ཊར་ཡོད་པའི་
ཨེ་མོ་རི་གཙུག་ལག་སློབ་གཉེར་ཁང་གཉིས་ཀྱི་མཉམ་འབྲེལ་གྱི་ལས་གཞི་ཞིག་ཡིན།

(Book authored by Emory faculty with Tibetan translation created by Emory and LTWA)
Copyright 2011, Emory University.
Tibetan translation, Copyright 2011, Emory University.
A joint project of the Library of Tibetan Works and Archives, Dharamsala, India and Emory University, Atlanta, Georgia.

གཙོ་འགན་རྩོམ་སྒྲིག་པ། ཨ་རི་ཨའི་ཛོན།

རྩོམ་སྒྲིག་ལས་རོགས། རསི་ཊམ་ཨེན་ཊི་ཡ། ཀེ་རི་སི་བེཀ ཨེ་ལེཀ་སི་ཨེ་སི་ཀོ་བྷར། ཝེ་རོ་ནི་ཀ་པེ་རོཊ།

ཡིག་སྒྱུར་བ། དགེ་བཤེས་དགྲ་འདུལ་རྣམ་རྒྱལ།

རྒྱབ་ཤོག་དང་དཔེ་གཟུགས་རྟགས་འགོད་པ། ཨ་ཇེའི་པི་ལ་རི་སེཊ་ཊི། སྒོ་དམར་སངས་རྒྱས་བཀྲ་ཤིས།

པར་རིས་མཁོ་འདོན་པ། ཞ་ཝིའར་ཝི་ནསི།

Main Writer : Arri Eisen

Contributors: Rustom Antia, Chris Beck, Alex Escobar and Veronique Perrot

Translator: Geshe Dadul Namgyal

Layout and Cover design: Ajay Pillarisetti & Sangey Tashi Gomar

Illustrations and material consultant: Xavier Vinas

སྔོན་གླེང་དང་ལེགས་གསོལ།

FOREWORD AND ACKNOWLEDGEMENTS

THE DALAI LAMA

FOREWORD

Despite their obvious differences, science and Buddhism share several key features in common. Both are committed to empirical observation, the testing of hypotheses, avoiding blind adherence to dogma, and cultivating a spirit of openness and exploration. Most importantly, Buddhism and science share as a fundamental aim the contribution they can make to humanity's well-being. While science has developed a deep and sophisticated understanding of the material world, the Buddhist tradition has evolved a profound understanding of the inner world of the mind and emotions and ways to transform them. I have no doubt that improving collaboration, dialogue and shared research between these two traditions will help to foster a more enlightened, compassionate, and peaceful world.

I have long supported the introduction of a comprehensive science education into the curriculum of the traditional Tibetan monastic educational system. When I first heard that Emory University proposed to develop and implement such a science education program for Tibetan monks and nuns in collaboration with the Library of Tibetan Works and Archives, I thought it would take many years. When I visited Emory University in October 2007, I was genuinely surprised to be presented with the first edition of a science textbook for Tibetan monks and nuns, the result of more than a year's work by a team of dedicated scientists and translators at Emory.

By extending the opportunities for genuine dialogue between science and spirituality, and by training individuals well versed in both scientific and Buddhist traditions, the Emory-Tibet Science Initiative has the potential to be of great meaning and significance to the world at large. Once more, the creation of this primer series, presented in both Tibetan and English, is a clear tribute to the commitment and dedication of all those involved in this project. With the preparation having been done with such care, I am confident that the long-term prospects for this project are bright.

I congratulate my friend Dr. James Wagner, President of Emory University, the science faculty and translators of the Emory-Tibet Science Initiative, and everyone who has lent their support to this project for achieving so much in such a short time and offer you all my sincere thanks.

4 October 2010

Translation

THE DALAI LAMA

སྔོན་གླེང་།

ཚན་རིག་དང་ནང་ཆོས་གཉིས་དབར་མངོན་གསལ་དོད་པའི་ཁྱད་པར་ཡོད་པ་དེ་ལྟར་ཡང་། འདི་གཉིས་ཀར་གནད་ཆེ་བའི་ཁྱད་ཆོས་ཐུན་མོང་བ་ཡང་མང་དག་ཅིག་ཡོད་པ་སྟེ། ཕྱོགས་གཉིས་ཀས་མྱོང་བ་མངོན་སུམ་ལ་བརྟེན་པའི་འཚོལ་ཞིབ་བྱེད་པ་དང་། ཚོད་རྩིས་ལ་དངོས་བཤེར་བྱེད་པ། ལྟ་གྲུབ་ལ་ཕྱོགས་ཞེན་སྤོང་བ། དཀྱིལ་ཡངས་དང་འཚོལ་ཞིབ་ཀྱི་སྙིང་སྟོབས་སྐྱེད་པ་བཅས་ལ་ཚད་འཛིན་བྱེད་པ་དེ་རེད། དེ་བས་ཀྱང་གལ་ཆེ་བ་ཞིག་ནི་ནང་ཆོས་དང་ཚན་རིག་གཉིས་ཀར་མིའི་རིགས་ཀྱི་བདེ་ཐབས་ཐད་རང་རྣམས་གང་ཡོད་ཀྱིས་ཞབས་འདེགས་ཞུ་རྒྱུའི་གཞི་རྒྱུའི་དམིགས་ཡུལ་འདི་གཅིག་མཚུངས་སུ་ཡོད་པ་དེ་རེད། ཚན་རིག་ལ་ཕྱིའི་དངོས་པོའི་འཛིག་རྟེན་ཐད་ལ་གཏིང་ཟུགས་མིང་གཞན་དྲིང་མི་འཇོག་པའི་གོ་རྟོགས་མིག་རྟེད་ཡོད་པ་དང་དུས་མཚུངས་སུ། ནང་པའི་ལྟ་གྲུབ་ལ་ཡང་ནང་སེམས་ཀྱི་འཛིག་རྟེན་དང་མྱོང་ཚོར། དེ་དག་བློ་སྦྱོང་བྱེད་ཐབས་སོགས་ཀྱི་ཐད་ལ་ཟབ་ཅིང་བཀྲིང་བའི་གོ་རྟོགས་རྟེད་ཡོད། དེར་བརྟེན། སྲོལ་རྒྱུན་འདི་གཉིས་དབར་གྱི་མཉམ་ལས་དང་། བགྲོ་གླེང་། མཉམ་དཔྱོད་ཀྱི་བྱ་གཞག་སོགས་གོང་འཕེལ་གཏོང་བ་བརྒྱུད་ནས་ད་ལྟ་ལས་ཀྱང་གོ་རྟོགས་གསལ་ཞིང་། སྙིང་རྗེས་ཁྱབ་པ། ཞི་བདེ་ཅན་གྱི་འཛིག་རྟེན་ཞིག་བསྐྲུན་ཐུབ་པར་ང་ལ་ཐེ་ཚོམ་མི་འདུག

བོད་ཀྱི་དགོན་སྡེ་ཁག་གི་རྒྱུན་སྲོལ་ཤེས་ཡོན་ལམ་ལུགས་ཀྱི་སློབ་ཚན་ཁྲོད་དུ་ཚན་རིག་གི་སློབ་ཚན་ཆ་ཚང་བ་ཞིག་ངོ་སྤྲོད་བྱེད་རྒྱུའི་ཐད་ལ་ངས་དུས་ཡུན་རིང་པོ་ཞིག་ནས་རྒྱབ་སྐྱོར་བྱས་པ་ཡིན། དང་པོ་ཨེ་མོ་རི་གཙུག་ལག་སློབ་གཉེར་ཁང་དང་བོད་ཀྱི་དཔེ་མཛོད་ཁང་གཉིས་མཉམ་འབྲེལ་གྱིས། བོད་ཀྱི་གྲྭ་བཙུན་རྣམས་ལ་ཚན་རིག་སློབ་སྦྱོང་གི་ལས་རིམ་ཞིག་འཆར་འགོད་དང་ལག་བསྟར་བྱེད་རྒྱུ་ཡིན་གྲོས་ཐག་བཅད་སྐབས། དེ་ནི་ལོ་མང་འགོར་ངེས་ཀྱི་ལས་གཞི་ཞིག་རེད་བསམ་བྱུང་། དེ་ནས་༢༠༠༨ལོའི་ཟླ་༡༠པའི་ནང་ང་རང་ཨེ་མོ་རི་གཙུག་ལག་སློབ་གཉེར་ཁང་ལ་བསྐྱོད་སྐབས། ལོ་གཅིག་ལྷག་ཙམ་གྱི་དུས་ཡུན་ནང་ཨེ་མོ་རི་གཙུག་ལག་སློབ་གྲྭའི་ཆེད་ལས་ཚན་རིག་པ་རྣམས་དང་ལོ་ཙཱ་བ་རྣམས་ཀྱིས་འབད་པ་བྱས་པའི་གྲུབ་འབྲས་ཏེ། གྲྭ་བཙུན་རྣམས་ལ་ཆེད་དུ་བསྒྲིགས་པའི་ཚན་རིག་སློབ་དེབ་ཐོག་མ་དེ་བསྟན་བྱུང་བས། དགོས་གནས་ཡིད་མ་ཆེས་པ་ལྟ་བུ་ཞིག་བྱུང་།

ཨེ་མོ་རི་དང་བོད་ཀྱི་ཚན་རིག་ལས་རིམ་འདིས་ཚན་རིག་དང་ནང་དོན་རིག་པའི་དབར་དོན་དམ་གྱི་བགྲོ་གླེང་ཡོང་བའི་གོ་སྐབས་བསྐྲུན་པ་དང་། ཚན་རིག་དང་ནང་རིག་པ་གཉིས་ཀར་ཕན་ཐུབ་པའི་སྐྱེ་བོ་སྐྱིད་སྡིང་བྱེད་པ་བཅས་བརྒྱུད་ནས། འཛམ་གླིང་སྤྱི་ལ་གལ་འགངས་ཆེ་བ་དང་དོན་སྙིང་ལྡན་པའི་ལས་རིམ་ཞིག་ཏུ་འགྱུར་པའི་ནུས་པ་ལྡན་ཡོད། ད་ཆ་སྔར་ཡང་བོད་དབྱིན་ཤན་སྦྱར་དུ་ཡོད་པའི་ཚན་རིག་གི་ཐོན་འགྲེལ་སློབ་དེབ་འདི་དག་བསྒྱུར་སྐྲུན་ཐུབ་པ་འདི་ལྟར། ལས་རིམ་འདིར་གཏོགས་པའི་སྐྱེ་བོ་ཀུན་གྱི་ཚོད་སེམས་དང་ལྷག་བསམ་གྱི་ཆེ་བ་གསལ་པོར་མཚོན་པ་ཞིག་རེད། འདི་ལྟའི་དོ་ཁུར་ཆེན་པོས་གྲ་གྲིག་བྱས་པས། ལས་རིམ་འདིའི་འབྱུང་འགྱུར་ནི་འོད་སྣང་ལྡན་པ་ཞིག་ཏུ་འགྱུར་རྒྱུར་ང་ལ་གདེང་ཚོད་འདུག

ངས་རང་ཉིད་ཀྱི་གྲོགས་པོ་ཨེ་མོ་རི་གཙུག་ལག་སློབ་གཉེར་ཁང་གི་གཙོ་འཛིན་སྐུ་ཞབས་ཛེམ་སེ་ཝེག་ནར་དང་། ཨེ་མོ་རི་དང་བོད་ཀྱི་ཚན་རིག་ལས་རིམ་གྱི་ཚན་རིག་སློབ་དཔོན་རྣམས་པ། ལོ་ཙཱ་བ་རྣམས་པ། གཞན་ཡང་ལས་རིམ་འདི་ཉིད་ལ་རྒྱབ་སྐྱོར་གནང་མཁན་ཡོངས་ལ་དུས་ཡུན་ཐུང་ཐུང་འདི་འདྲ་ཞིག་གི་ནང་དུ་འདི་ལྟའི་ལེགས་གྲུབ་བྱུང་བར་ལེགས་གསོལ་དང་ཐུགས་རྗེ་ཆེ་ཞུ་རྒྱུ་ཡིན།

ཏཱ་ལའི་བླ་མ།

༢༠༡༠ ལོའི་ཟླ་༡༠ ཚེས་༤ ཉིན།

EMORY

Office of the President

Education is one of the most potent tools we have for ensuring a better world for ourselves and for generations to come. To be truly effective, however, education must be used responsibly and in service to others. This ideal of an education that molds character as well as intellect is the vision on which Emory University was founded, and the challenges of our time show that the need for such education is as great as ever.

This vision is one that His Holiness the Dalai Lama shares deeply, and it is the reason for the close relationship that has emerged between His Holiness and Emory over the past two decades. On October 22, 2007, it was my pleasure and privilege to welcome His Holiness to Emory to be installed as Presidential Distinguished Professor and to join our community as a most distinguished member of our faculty.

The interdisciplinary and international nature of the Emory-Tibet Science Initiative, the most recent and ambitious project of the Emory-Tibet Partnership, is an example of Emory University's commitment to courageous leadership for positive transformation in the world. This far-reaching initiative seeks to effect a quiet revolution in education. By introducing comprehensive science instruction into the Tibetan monastic curriculum, it will lay a solid foundation for integrating insights of the Tibetan tradition with modern science and modern teaching, through genuine collaboration and mutual respect. The result, we trust, will be a more robust education of both heart and mind and a better life for coming generations.

The Emory-Tibet Partnership was established at Emory in 1998 to bring together the western and Tibetan traditions of knowledge for their cross-fertilization and the discovery of new knowledge for the benefit of humanity. This primer and its three companion primers are splendid examples of what can be accomplished by the interface of these two rich traditions. We at Emory University remain deeply committed to the Emory-Tibet Science Initiative and to our collaboration with His Holiness and Tibetan institutions of higher learning.

To the monastic students who will benefit from these books, I wish you great success in your studies and future endeavors.

James W. Wagner

James W. Wagner
President

Emory University
Atlanta, Georgia 30322
An equal opportunity, affirmative action university

Translation

EMORY

Office of the President

ཤེས་ཡོན་ནི་ང་ཚོ་རང་ཉིད་དང་རྗེས་རབས་པ་དག་ལ་འཚོ་གནས་ཀྱི་ཁོར་ཡུག་ལེགས་པོ་ཞིག་བསྐྲུན་པར་ཁག་ཐེག་བྱེད་པའི་ལག་ཆ་གལ་ཆེ་ཤོས་གྲས་ཤིག་ཡིན། དེ་ལྟ་ནའང་། ཤེས་ཡོན་དེ་ཉིད་དོན་དམ་པའི་ནུས་ལྡན་ཞིག་ཏུ་བསྒྱུར་བ་ལ་དེ་ཉིད་འགན་འཁུར་གྱི་བསམ་པས་ཐེན་ཞིང་གཞན་ཕན་གྱི་ཆེད་དུ་བཀོལ་དགོས་པ་ཡིན། ཀུན་སྤྱོད་དང་རིག་སྟོབས་གཉིས་ཀ་ལེགས་པར་སྦྱོང་བའི་ཐུལ་བྱུང་གི་ཤེས་ཡོན་དེ་འདྲ་ཞིག་སྤེལ་རྒྱུ་ནི་ཨེ་མོ་རི་གཙུག་ལག་སློབ་གཉེར་ཁང་འདི་བཙུགས་པའི་ཐུགས་བསམ་ཡིན་ཡང་ཚེའི་ད་ལྟའི་དཀའ་རྙོག་དག་གིས་དེ་ལྟའི་ཤེས་ཡོན་གྱི་རྣམ་པ་དེ་ནི་དུས་ཀུན་ཏུ་དགོས་མཁོ་ཆེན་པོ་ཞིག་ཡིན་པ་སྟོན་བཞིན་ཡོད།

འདི་ནི་༸སྐྱི་ཚོར་༸གོང་ས་ཏཱ་ལའི་བླ་མ་མཆོག་གིས་ཀུང་གཙིགས་སུ་བཟུང་བའི་ཐུགས་བསམ་ཞིག་ཡིན་ལ། འདས་པའི་བཀྲང་བྱ་བཅུ་ཕྲག་གཉིས་ལྷག་གི་རིང་ལ་༸གོང་ས་མཆོག་དང་ཨེ་མོ་རི་གཉིས་དབར་འབྲེལ་བ་ཟབ་མོ་ཞིག་བྱུང་བའི་རྒྱུ་མཚན་ཡང་འདི་ཉིད་ཡིན། སྤྱི་ལོ་ ༢༠༠༧ ལོའི་ཟླ་༡༠ ཚེས་ ༢༢ ཉིན་༸གོང་ས་མཆོག་ཨེ་མོ་རིའི་ཁྱད་འཕགས་གཙུག་ལག་སློབ་དཔོན་ཆེན་མོར་མངའ་གསོལ་དང་། ང་ཚོའི་ཚོགས་སྡེ་འདིའི་ཆེས་ཁྱད་དུ་འཕགས་པའི་སློབ་དཔོན་དུ་བཞུགས་པར་ཐེབས་བསུ་ཞུ་ཐུབ་པ་བྱུང་བ་ནི་བདག་གི་སྤྲོ་སྣང་དང་བསོད་ནམས་ཡིན།

ཨེ་མོ་རི་དང་བོད་ཀྱི་མཐུན་ཚོགས་ཀྱི་ཆེས་གསར་པ་དང་ཆེས་མངོན་འདོད་ཆེ་བའི་ལས་རིམ་སྟེ། ཨེ་མོ་རི་དང་བོད་ཀྱི་ཚན་རིག་ལས་རིམ་འདིའི་རིག་གཞུང་སྣ་མང་དང་རྒྱལ་སྤྱིའི་རང་བཞིན་གྱི་རྣམ་པ་འདི་ནི་འཛམ་གླིང་འདི་ཉིད་ལེགས་སྒྲིགས་སུ་ཁ་ལོ་བསྒྱུར་བར་ཤིང་སྟོབས་ཆེན་པོས་སྐྱེ་ཁྲིད་རྒྱུའི་ཨེ་མོ་རི་གཙུག་ལག་སློབ་གཉེར་ཁང་གི་ཚོད་སེམས་མཚོན་པའི་དཔེ་མཚོན་ཞིག་ཡིན། ཕྱུགས་རྒྱང་རིང་བའི་ལས་རིམ་འདིས་ཤེས་ཡོན་གྱི་ལོ་རྒྱུས་ཁྲོད་དུ་གསར་བརྗེ་འཛམ་པོ་ཞིག་བསྐྲུན་པར་སྟེག་གིན་ཡོད། བོད་ཀྱི་དགོན་སྡེའི་སློབ་གསོའི་ཁྲོད་དུ་ཚན་རིག་གི་སློབ་ཚན་ཆ་ཚང་བ་ཞིག་ངོ་སྤྲོད་བྱེད་པ་འདིས། དོན་དམ་པའི་མཉམ་ལས་དང་བན་ཚུན་བརྩེ་བཀུར་བྱེད་པ་བརྒྱུད། དེང་རབས་ཚན་རིག་དང་དེང་རབས་སློབ་ཁྲིད་ཐབས་ལམ་གཉིས་བོད་ཀྱི་སྲོལ་རྒྱུན་རིག་གནས་ཀྱི་ལེགས་བྱང་དག་དང་འགལ་མེད་གྲོགས་སུ་འགྱུར་བར་རྨང་གཞི་བརྟན་པོ་ཞིག་འདིང་ངེས་རེད། འདིའི་མཇུག་འབྲས་སུ་བྱམས་བརྩེ་དང་རྣམ་དཔྱོད་གཉིས་ཀ་སྦྱར་བས་ཀྱང་ལེགས་པར་སྦྱོང་བའི་སློབ་གསོ་ཞིག་བཀོད་སྒྲིག་འཛིན་རྒྱུ་དང་། འབྱུང་འགྱུར་མི་རབས་དག་གི་འཚོ་བ་རྗེ་ལེགས་སུ་འགྱུར་རྒྱུ་ཡིན་པར་ང་ཚོས་ཡིད་ཆེས་བྱེད་ཆོག

ཨེ་མོ་རི་དང་བོད་ཀྱི་མཐུན་ཚོགས་འདི་ནི་འགྲོ་བ་མིའི་ཕན་ཐབས་ཀྱི་ཆེད་དུ་ནུབ་ཕྱོགས་དང་བོད་ཀྱི་སྲོལ་རྒྱུན་ཤེས་བྱ་གཉིས་གཞི་གཅིག་ཏུ་འཛོམས་ནས་ཕན་ཚུན་ལེགས་ཆ་སྤེལ་རེས་དང་གོ་རྟོགས་གསར་སྤེལ་བྱེད་པའི་ཆེད་སྤྱི་ལོ་༡༩༩༨ ལོར་ཨེ་མོ་རིར་དབུ་བརྙེས་པ་ཤིང་། སྔོན་འགྲོའི་སློབ་དེབ་འདི་དང་གཞན་གསུམ་པོ་དེ་ནི་སྲོལ་རྒྱུན་ཟབ་མོ་འདི་གཉིས་འབྲེལ་འདྲིས་བྱས་ན་ཅི་ཞིག་མངོན་འགྱུར་ཐུབ་མིན་གྱི་དཔེར་མཚོན་ཐུལ་བྱུང་ཞིག་རེད། ང་ཚོ་ཨེ་མོ་རི་ངོས་ནས་ཨེ་མོ་རི་དང་བོད་ཀྱི་ཚན་རིག་ལས་རིམ་འདི་དང་། ༸གོང་ས་མཆོག་དང་བོད་ཀྱི་མདོ་རིམ་སློབ་གཉེར་ཁང་དག་དང་མཉམ་འབྲེལ་གྱི་ལས་གཞི་ཁག་ལ་ཚོད་སེམས་བརྟན་པོར་གནས་ངེས་ཡིན།

སློབ་དེབ་འདི་དག་དངོས་སུ་བེད་སྤྱོད་བྱེད་མཁན་གྱི་དགོན་སྡེའི་སློབ་ཕྲུག་དག་ལ་ངས་ཐོག་མ་སྐབས་འདི་བརྒྱུད་ཁྱེད་ཅག་གི་འབྱུང་འགྱུར་གྱི་སློབ་གཉེར་ལ་གྲུབ་འབྲས་གཡུར་དུ་ཟ་ཞིང་བྱ་བ་ལམ་ལྷོང་ཡོང་བའི་སྨོན་འདུན་ཞུ་བ་ཡིན།

ཇེམ་སི་ཝེག་ནར།
གཙོ་འཛིན།

Emory University
Atlanta, Georgia 30322
An equal opportunity, affirmative action university

PROLOGUE

It is most gratifying to be able to bring out a series of core science textbooks along with reference materials for Tibetan monastics as part of the ongoing project of developing science education for Tibetan monastic communities. This undertaking, which is both unprecedented and highly challenging, took birth under the aegis of His Holiness the Dalai Lama and Emory University. To facilitate its smooth development, we have been working to produce appropriate materials and make them available in print forms. Our vision is ultimately to develop a comprehensive, five-year science curriculum appropriate for use in Tibetan monastic settings.

It is a great honor for the three of us to play a part in overseeing this project. While each of us finds great inspiration for this project and the promise its holds, the full scope of its vision lies with His Holiness the Dalai Lama. For several decades, His Holiness has had the dream of introducing science education as a crucial component of the Tibetan monastic curriculum. While this is a bold step, His Holiness sees far-reaching benefits in such an undertaking. The integration of science into Tibetan monastic study will serve as a model and a trailblazer for constructive collaborations between religious and scientific traditions. It will help to inspire a paradigm shift in modern education as we know it, by providing resources for integrating the training of both heart and intellect to create a balanced education of the whole person. Furthermore, it will create a new science literature in the Tibetan language, thereby enriching the already extensive Tibetan literary tradition and helping to preserve the endangered Tibetan culture. This project represents a significant step towards a genuine convergence of science and spirituality. This convergence, which would enable us to tap into the combined resources of knowledge of the external world and knowledge of the inner world of the mind, could prove crucial for our future survival.

We are deeply honored, grateful, and humbled by the trust and confidence His Holiness has shown in us by entrusting us with this project, so dear to his heart. We thank him for his constant guidance, vision and support at every step of the way. Furthermore, we thank all those who have made the Emory-Tibet Science Initiative possible. Our role has simply been to oversee ETSI, but its actualization is due to many others, most notably the tireless and selfless ETSI faculty, our incredible team of translators both at Emory University and at the Library of Tibetan Works and Archives, and the administrators and staff of Emory and LTWA, who have supported this ambitious undertaking in countless ways. Crucially, this project has depended upon generous financial support from Emory University and a number of key donors: the McBean Family Foundation, the Lostand Foundation, the Joni Winston Fund, the Buddhist Learning Center, and Drepung Loseling Monastery, Inc. To all these individuals and organizations, we would like to express humbly our deepest gratitude and thanks

Geshe Lhakdor

Director, Library of Tibetan Works and Archives

Dr. Preetha Ram and Geshe Lobsang Tenzin

Co-Directors, Emory-Tibet Science Initiative

ཆེད་བརྗོད།

བོད་ཀྱི་དགོན་སྡེ་ཁག་ཏུ་ལག་བསྟར་བྱ་རྒྱུའི་ཚན་རིག་སློབ་ཚན་གཏན་འབེབས་ཀྱི་ད་ལྟའི་ལས་གཞི་འདིའི་ཆ་ཤས་སུ་གྱུར་པའི་ཚན་རིག་དེབ་ཕྲེང་ཁག་ཅིག་དང་ཟུར་བལྟའི་སློབ་དེབ་ཁག་ཅིག་དཔར་སྐྲུན་ཞུས་ཐུབ་པར་ཡི་ཆེས་ཤིང་དགའ་སྤྲོ་ཁེངས། བྱུང་རབས་ལོ་རྒྱུས་ནང་ཐོག་དང་པོར་བྱུང་ཞིང་དཀའ་བ་དང་དུ་བླངས་ཏེ་བསྒྲུབ་དགོས་པའི་ལས་གཞི་འདི་བཞིན་སྒྲི་ནོར་༧གོང་ས་༧སྐྱབས་མགོན་ཏཱ་ལའི་བླ་མ་མཆོག་དང་ཨེ་མོ་རི་གཙུག་ལག་སློབ་གཉེར་ཁང་གཉིས་ཀྱི་ལམ་སྟོན་རྒྱབ་སྐྱོར་འོག་ཐོག་མར་འགོ་ཚུགས། ཐུགས་བསམ་བཞིན་ལས་དོན་རྣམས་བདེ་བར་འགྲུབ་པའི་ཕྱོགས་སུ་ངེད་ཚོས་འབྲེལ་ཡོད་རྒྱུ་ཆ་རྣམས་འཚོལ་སྒྲུབ་ཕྱོགས་སྒྲིག་དང་འབྲེལ་རིམ་གྱིས་དཔེ་དེབ་དཔར་སྐྲུན་བྱེད་རྒྱུར་འབད་བརྩོན་བྱེད་བཞིན་ཡོད། ང་ཚོའི་དམིགས་ཡུལ་ནི་བོད་ཀྱི་དགོན་སྡེའི་གནས་བབ་ལ་རན་པའི་ལོ་ལྔའི་ཚན་རིག་སློབ་ཚན་འཕྲུས་ཚང་ཞིག་བཀོད་སྒྲིག་བྱ་རྒྱུ་དེ་ཡིན།

ལས་གཞི་འདིའི་ལྟ་རྟོག་པའི་ངོ་བོའི་ཐོག་ནས་གལ་ཆེའི་ཞབས་ཞུ་བསྒྲུབ་རྒྱུ་བྱུང་བ་ནི་ངེད་གསུམ་གའི་བསོད་སྐལ་ཡིན་པར་མ་ཟད། ང་ཚོའི་ངོས་ནས་ལས་གཞི་འདིའི་གལ་གནད་ལ་སྤྲོ་སྣང་འཕེལ་ཞིང་འདིའི་ཕྱབས་ཆེའི་ཕན་འབྲས་ལ་མོས་པ་ཡི་རངས་གཏིང་ཟབ་ཡོད། ལས་གཞི་འདིའི་ཐོག་མའི་འཆར་སྣང་ཡོངས་རྫོགས་༧གོང་ས་༧སྐྱབས་མགོན་ཆེན་པོའི་བླ་ན་མེད་པའི་ཐུགས་རྒྱང་རིང་པོའི་དགོངས་གཞི་ལས་བྱུང་བ་ཞིག་ཡིན། འདས་པའི་ལོ་ངོ་བཅུ་ཕྲག་འགའི་རིང་༧གོང་ས་༧སྐྱབས་མགོན་ཆེན་པོ་མཆོག་གིས་བོད་ཀྱི་དགོན་སྡེ་ཁག་ཏུ་ཚན་རིག་གི་ཤེས་བྱ་དེ་རྒྱུན་ལྡན་སློབ་ཚན་གྱི་ཆ་ཤས་སུ་འཛུགས་རྒྱུའི་ཐུགས་འདུན་ཆེན་པོ་གནང་ཡོད། ༧གོང་ས་མཆོག་གིས་ལས་གཞི་འདིར་སྙིང་སྟོབས་ཆེན་པོས་མདུན་བསྐྱོད་དགོས་པ་ཞིག་དང་ཐུགས་རྒྱང་རིང་པོར་ཁེ་ཕན་ཡོད་པ་ཞིག་ཏུ་གཟིགས་ཡོད། དགོན་སྡེ་ཁག་གི་སློབ་ཚན་ནང་ཚན་རིག་ངོ་སྤྲོད་བྱེད་རྒྱུ་དེ་ཆོས་ལུགས་དང་ཚན་རིག་སྲོལ་རྒྱུན་གཉིས་དབར་སྒྲུབ་ཕྱོགས་ཀྱི་མཉམ་ལས་བྱེད་ཚུལ་གྱི་དཔེ་མཚོན་ཞིག་དང་དངོས་སུ་མཉམ་ལས་བྱེད་པའི་ལམ་སྲོལ་གསར་པ་ཞིག་ཏུ་འགྱུར་ངེས། ལས་གཞི་འདིས་ད་ཡོད་ཤེས་ཡོན་ལམ་ལུགས་ལ་ཁ་ཕྱོགས་གསར་པའི་རྒྱུས་སྟོན་བྱེད་པ་བརྒྱུད་བྱམས་བརྩེ་དང་རྣམ་དཔྱོད་གཉིས་འདུས་ཀྱི་སྦྱོང་བརྡར་སྤྲད་པའི་སྒོ་ནས་མི་བུ་གང་པོ་ཞིག་ཏུ་ཆ་སྙོམས་འཚར་ལོངས་བསྐྱེད་པར་དགེ་མཚན་འབྱུང་ངེས། དེར་མ་ཟད། ལས་གཞི་འདིས་བོད་ཀྱི་གཞུང་ལུགས་ཁྲིད་བོད་སྐད་ནང་ཚན་རིག་ཤེས་བྱའི་ལེགས་སྐྱེས་གསར་སྟོན་བྱེད་པ་དང་། དེའི་ཐོག་ནས་རྒྱ་ཆེ་བའི་བོད་ཀྱི་གཞུང་ལུགས་བང་མཛོད་ཀྱི་མངའ་དབང་སྣར་ཡང་གོང་མཐོར་འདེགས་ཏེ་བོད་ཀྱི་སྐད་ཡིག་དང་རིག་གཞུང་མི་ཉམས་རྒྱུན་འཛིན་གྱི་བྱ་བར་ཕན་ཐོགས་འབྱུང་ངེས། ལས་གཞི་འདིས་ཚན་རིག་དང་སེམས་ཁམས་གཉིས་དབར་བཅོས་མིན་མཉམ་འདུས་ཡོང་རྒྱུར་གོམ་གང་མདུན་སྤོས་ཀྱི་གལ་ཆེའི་རྣམ་པ་ཞིག་མཚོན་ལ། དེ་འདྲའི་མཉམ་འདུས་ཀྱི་བྱེད་རིམ་བརྒྱུད་ཕྱིའི་འཛིག་རྟེན་དང་ནང་སེམས་ཀྱི་ཤེས་བྱ་ཟུང་འབྲེལ་གྱིས་ང་ཚོའི་འབྱུང་འགྱུར་འཚོ་གནས་ལ་སྨན་པའི་རྩ་ཆེའི་ལེགས་སྐྱེས་ཐོབ་ངེས།

༧གོང་ས་༧སྐྱབས་མགོན་ཆེན་པོས་རང་ཉིད་གང་ལ་ཐུགས་མོས་ཤིན་ཏུ་ཆེ་བའི་ལས་གཞི་འདི་ང་ཚོར་བསྒྲུབ་རྒྱུའི་ཡིད་ཆེས་བློས་འགེལ་གནང་བར་ཆེས་དགའ་སྤྲོ་དང་བསྐལ་བཟང་གི་གནས་སུ་གྱུར་ཅིང་། རང་ནུས་གང་ལྕོགས་ཞུ་རྒྱུའི་སྐུལ་ལྕག་གི་རྐྱེན་དུ་འང་གྱུར་ལ། དེར་མ་ཟད་དུས་དང་རྣམ་པ་ཀུན་ཏུ་ཐུགས་བསྐྱེད་ཆེན་པོས་ལས་གཞི་འདིར་ལམ་སྟོན་རྒྱབ་སྐྱོར་དང་ཕྱབས་ཆེའི་གཟིགས་སྐྱོང་གནང་བར་བཀའ་དྲིན་བླ་མེད་དུ་ཆེ། དེ་དང་ཆབས་ཅིག་ཨེ་མོ་རི་དང་བོད་ཀྱི་ཚན་རིག་ལས་རིམ་འདི་ངེས་པ་དོན་འཁྱོལ་དུ་ཕྱུག་རོགས་གནང་མཁན་ཡོངས་ལ་ཐུགས་རྗེ་ཆེ་ཞུ། ང་ཚོའི་ངོས་ནས་ལས་རིམ་འདིར་ཡོངས་ཁྱབ་ལྟ་རྟོག་བྱེད་རྒྱུ་ཙམ་ལས་དོན་དངོས་སུ་ལག་བསྟར་དོན་འཁྱོལ་འབྱུང་བ་ནི་ཨེ་མོ་རི་གཙུག་ལག་སློབ་གཉེར་ཁང་དང་བོད་ཀྱི་དཔེ་མཛོད་ཁང་གི་འཛིན་སྐྱོང་ལས་སྡེ་བ་དང་འབྲེལ་ཡོད་ལས་བྱེད་རྣམ་པ། རྟག་ཏུ་ལས་ལ་བརྩོན་ཞིང་གཞན་ཕན་གྱི་བསམ་པས་བརྒྱན་པའི་ཨེ་མོ་རི་ཚན་རིག་སློབ་དཔོན་གྱི་སྡེ་ཚོགས། དེ་བཞིན་དུ་ཡིག་སྒྱུར་བ་རྣམས་ཀྱིས་གཙོས་ཕྱོགས་མང་པོའི་མཐུན་འགྱུར་རོགས་རམ་སྣ་མང་ལ་རག་ལས་པར་ངོས་འཛིན་ཞུ་གི་ཡོད། ལྷག་པར་དུ་ཨེ་མོ་རི་གཙུག་ལག་སློབ་གཉེར་ཁང་དང་། མིག་སྤྱིན་ཁྲིམ་ཚང་ཐེབས་རྩ། ལོ་སེ་ཏན་ཐེབས་རྩ། ཇོ་ནི་ཕྲིན་སེ་ཀེན་ཐེབས་རྩ། ནང་བསྟན་སློབ་གཉེར་ཁང་། འབྲས་སྤུངས་བློ་གསལ་གླིང་ཆོས་ཚོགས་སོགས་དང་། དེ་བཞིན་དུ་སྐྱེ་བོ་སྒེར་དང་ཚོགས་པ་འདྲ་མིན་གྱིས་ལས་གཞི་འདིར་དཔལ་འབྱོར་གྱི་མཐུན་རྐྱེན་གནང་བར་སྙིང་ཐག་པ་ནས་ཐུགས་རྗེ་ཆེ་ཞུ།།

དགེ་བཤེས་ལྷག་རྡོར། བོད་ཀྱི་དཔེ་མཛོད་ཁང་གི་འགན་འཛིན།

ཛོག་ཊར་ཡེ་རི་ཏ་རམ་དང་དགེ་བཤེས་བློ་བཟང་བསྟན་འཛིན། ཨེ་མོ་རི་དང་བོད་ཀྱི་ཚན་རིག་ལས་རིམ་གྱི་འགན་འཛིན།

ACKNOWLEDGEMENTS

The Robert A. Paul Emory-Tibet Science Initiative (ETSI) owes its existence to the far-reaching vision of His Holiness the Dalai Lama, who has not only provided constant guidance and support, but who has also provided financial support by providing $100,000 towards the program's endowment. It also owes its existence to the generous support of Dr. James W. Wagner, President of Emory University, who made available key funding through Emory's Strategic Initiative funds and his personal discretionary fund.

The Emory-Tibet Partnership (ETP) was established in 1998 in the presence of His Holiness the Dalai Lama through the collaborative vision and work of Dr. Robert Paul and Geshe Lobsang Tenzin Negi. ETSI is the most ambitious project to grow out of the Emory-Tibet Partnership, and in 2010 ETSI was renamed the Robert A. Paul Emory-Tibet Science Initiative in honor of Dr. Paul's visionary leadership and guidance. We express our heartfelt thanks to both these individuals for helping to establish the many programs of the Emory-Tibet Partnership, including ETSI.

We gratefully acknowledge Geshe Lhakdor, Director of the Library of Tibetan Works and Archives, Dharamsala, India, and Dr. Preetha Ram, Associate Dean of Science Education at Emory University, both of whose leadership has been invaluable to the establishment and development of this initiative.

The project would also not have been possible without the support of Dr. Gary Hauk, Vice President and Deputy to the President at Emory University, who has guided ETP for several years and continues to be one of ETSI's strongest supporters.

We thank also the ETSI science faculty, who have worked tirelessly to develop the science textbooks who have and traveled to India each summer to teach the science intensives, and the ETSI science translators who have given of their skills and time to contribute an entirely new scientific vocabulary to the Tibetan literary tradition and lexicon.

We also thank the hard-working staff of the Emory-Tibet Partnership, who have labored far beyond the call of duty, showing time and again that their efforts are not only work, but also an act of love.

We thank all those who have contributed the financial support needed to operate ETSI and ensure its long-term sustainability. Particularly, we are indebted to Ms. Joni Winston, Judith McBean, and Diana Rose for their long-term support to ETSI. Funding for ETSI has also come from Emory University and Emory College, including the Science and Society Program and the Neuroscience and Behavioral Biology program.

Generous support has also come from:

- The McBean Family Foundation
- Lostand Foundation
- The Joni Winston Fund
- The Buddhist Learning Center, New Jersey
- Drepung Loseling Monastery, Inc., Atlanta, Georgia

We also thank the Advisory Board of the Emory-Tibet Science Initiative for their guidance and advice:

- Sogyal Rinpoche, Rigpa International and the Tenzin Gyatso Institute
- Dr. Gary Hauk, Vice President and Deputy to the President, Emory University
- Geshe Lhakdor, Directory, Library of Tibetan Works and Archives
- Mr. Terry Adamson, Senior Vice President, National Geographic
- Dr. Georges Dreyfus, Williams College
- Dr. Alan Wallace, President, Santa Barbara Institute
- Geshe Thupten Jinpa, Principal English Lanuage Translator for H.H. the Dalai Lama and President, Institute of Tibetan Classics

Lastly we thank the highly dedicated monastic students of the Emory-Tibet Science Initiative, who are not only beneficiaries, but also essential collaborators in the success of this program. May the knowledge that they gain through this program and these materials benefit them greatly, and through them, all of humankind.

ལེགས་གསོལ།

རོ་སྨར་ཏེ་ཨེ་ཕྱོལ་ཨེ་མོ་རི་དང་བོད་ཀྱི་ཚན་རིག་ལས་རིམ་འདི་ནི་༧སྤྱི་ནོར་༧གོང་ས་སྐྱབས་མགོན་ཆེན་པོའི་ཕྱག་རྒྱུད་རིང་བའི་གཟིགས་པ་ལས་བྱུང་བ་ཞིག་ཡིན་ལ། ཁོང་གིས་ལས་རིམ་འདིར་བཀའ་སློབ་ལམ་སྟོན་དང་རྒྱབ་སྐྱོར་རྒྱུན་ཆད་མེད་པར་གནང་ཡོད་པ་མ་ཟད། ལས་རིམ་གྱི་ཐེབས་རྩར་དམིགས་ཏེ་ཨ་སྒོར་ ༡༠༠༠༠༠ གི་རོགས་དཔལ་ཡང་བཀའ་དྲིན་བསྩལ། ལས་རིམ་འདི་ཨེ་མོ་རི་གཙུག་ལག་སློབ་གཉེར་ཁང་གི་གཙོ་འཛིན་སློབ་དཔོན་ཛེམ་སི་ཝེག་ནར་མཆོག་གི་གཏོང་ཕོད་ཆེ་བའི་རམ་འདེགས་ལ་བརྟེན་ནས་བྱུང་བ་ཞིག་ཀྱང་ཡིན་ཏེ། ཁོང་གིས་ལས་རིམ་འདི་ལ་ཨེ་མོ་རིའི་ཐབས་ཇུས་ཟབ་མོའི་གསར་གཏོད་ལས་རིམ་གྱི་ཐུར་བཅད་མ་དཔལ་དང་། ཁོང་སྐུ་སྒེར་གྱི་ཐུགས་འདོད་ལྟར་སྤྱོད་ཚོག་པའི་མ་དཔལ་གྱི་ཁོངས་ནས་རོགས་དཔལ་སྩེ་བ་དེ་གནང་ཡོད།

ཨེ་མོ་རི་དང་བོད་ཀྱི་ཐུན་ཚོགས་ནི་སློབ་དཔོན་རོ་སྨར་ཏེ་ཕྱོལ་དང་དགེ་བཤེས་བློ་བཟང་བསྟན་འཛིན་རྣམ་གཉིས་ཀྱི་མཉམ་རུབ་ཀྱི་གཟིགས་རྒྱུད་དང་ཕྱག་ལས་བརྒྱུད་ཕྱི་ལོ་ ༡༩༩༨ ལོར་༧གོང་ས་མཆོག་གི་མདུན་སར་འགོ་འཛུགས་བྱས་པ་ཞིག་རེད། ཨེ་མོ་རི་དང་བོད་ཀྱི་ཚན་རིག་ལས་རིམ་ནི་ཐུན་ཚོགས་ཀྱི་ལས་འཆར་ལས་སྐྱེས་པའི་དམིགས་འདུན་ཆེ་ཤོས་ཀྱི་ལས་རིམ་ཞིག་ཡིན་ལ། ཕྱི་ལོ་ ༢༠༡༠ ལོར་སློབ་དཔོན་ཕྱོལ་གྱི་གཟིགས་རྒྱུད་རིང་བའི་དབུ་ཁྲིད་དང་ཞལ་ཏ་བཅས་ལ་ཆེ་མཐོང་ཕུལ་བའི་དོན་དུ་ཚན་རིག་གི་ལས་རིམ་འདི་ལ་རོ་སྨར་ཏེ་ཨེ་ཕྱོལ་ཨེ་མོ་རི་དང་བོད་ཀྱི་ཚན་རིག་ལས་རིམ་ཞེས་པའི་མིང་བསྒྱུར་དུ་བཏགས། ཚན་རིག་ལས་རིམ་ཐེ་བའི་ཨེ་མོ་རི་དང་བོད་ཀྱི་ཐུན་ཚོགས་ཀྱི་ལས་འཆར་མང་དག་ཅིག་གསར་འཛུགས་གནང་བར་ང་ཚོས་སྐྱེས་བུ་འདི་གཉིས་ལ་སྙིང་ཐག་པ་ནས་ཐུགས་རྗེ་ཆེ་ཞུ་རྒྱུ་ཡིན།

ང་ཚོས་ཧ་ས་བོད་ཀྱི་དཔེ་མཛོད་ཁང་གི་དབུ་འཛིན་དགེ་བཤེས་ལྷག་རྡོར་ལགས་དང་ཨེ་མོ་རི་གཙུག་ལག་སློབ་གཉེར་ཁང་གི་ཚན་རིག་ཤེས་ཡོན་གྱི་སློབ་གཙོ་ལས་རོགས་པིར་ཐ་རྣམ་རྣམ་གཉིས་ལ་འང་བཀའ་དྲིན་ཆེ་ཞུ་རྒྱུ་ཡིན་ལ། ཁོང་གཉིས་ཀྱི་རིན་ཐང་བྲལ་བའི་དབུ་འཁྲིད་ནི་ཚན་རིག་ལས་རིམ་འདི་བཙུགས་པ་དང་འཕེལ་རྒྱས་གཏོང་བར་ཕན་ཐོགས་ཆེན་པོ་བྱུང་ཡོད། ཨེ་མོ་རི་གཙུག་ལག་སློབ་གཉེར་ཁང་གི་གཙོ་འཛིན་གཞོན་པ་དང་གཙོ་འཛིན་ལས་ཚབ་གཅིག་ཕྱོགས་སློབ་དཔོན་གྷེ་རི་ཧྥོག་ལགས་ཀྱིས་ཐུན་ཚོགས་འདིར་ལོ་མང་རིང་ལམ་སྟོན་རོགས་འདེགས་གནང་བ་མ་ཟད། ཚན་རིག་ལས་རིམ་འདི་ལ་ཉམ་མཐུད་དེ་རྒྱབ་སྐྱོར་ཕུགས་ཆེ་བྱེད་མཁན་གྲས་ཀྱི་གཅིག་ཏུ་བཞུགས་གནང་མེད་ཆེ་ང་ཚོའི་ལས་རིམ་འདིར་འདི་ལྟ་བུའི་གྲུབ་འབྲས་ཤིག་ཐོབ་མི་སྲིད།

དལ་བ་ལྷོས་མེད་ཀྱིས་ཚན་རིག་གི་སློབ་དེབ་ཁག་རྩོམ་སྒྲུབ་གནང་བར་འབད་རྩོལ་གནང་དང་གནང་མུས་ཡོད་ལོ་རེ་བཞིན་དབྱར་དུས་སུ་ཚན་རིག་སློབ་ཁྲིད་ཀྱི་ཆེད་དུ་རྒྱ་གར་ལ་ཕེབས་བཞིན་པའི་ཚན་རིག་ལས་རིམ་གྱི་སློབ་དཔོན་རྣམ་པ་དང་། རྣམ་དཔྱོད་དང་དུས་ཀྱི་འགྲོ་གྲོན་བཏང་སྟེ་བོད་ཀྱི་རྩོམ་རིག་སྲོལ་རྒྱུན་དང་ཐ་སྙད་མིང་མཛོད་ལ་རྣམ་པ་གསར་རྒྱུང་གི་ཚན་རིག་བརྡ་ཆད་ཀྱི་ལེགས་སྐྱེས་འབུལ་བཞིན་པའི་ལོ་ཙཱ་བ་རྣམས་ལ་ཡང་ཐུགས་རྗེ་ཆེ་ཞུ་འདོད་མཆིས།

ཨེ་མོ་རི་དང་བོད་ཀྱི་ཐུན་ཚོགས་ཀྱི་ལས་ལ་བརྩོན་པའི་ལས་བྱེད་རྣམས་ཀྱིས་རང་རང་གི་ལས་འགན་ལས་བརྒལ་ཏེ་ཕྱག་ལས་གནང་བ་མ་ཟད། རང་གི་ལས་དོན་དེ་ཉིད་ལས་ཀའི་ངོ་བོ་ཙམ་མིན་པར་ཡང་ནས་བསྐྱར་དུ་དེ་ལ་སྤྲོ་བཞིན་དུ་འཇུག་པར་ཡི་རངས་ཞུ་རྒྱུ་ཡིན།

ཚན་རིག་ལས་རིམ་ལག་བསྟར་རུང་བ་དང་། ལས་འཆར་ཡུན་གནས་རྒྱུན་འཁྱོངས་ཡོང་བར་མཁོ་བའི་རོགས་དཔལ་གྱི་མཐུན་འགྱུར་གནང་མཁན་ཡོངས་ལ་ང་ཚོས་བཀའ་དྲིན་ཆེ་བའི་ལེགས་གསོལ་ཞུ་རྒྱུ་ཡིན། དམིགས་སུ་བཀར་ནས་ལྷམ་ཛོ་ཅི་ཕྲིན་སི་ཧོན་དང་། ཇུ་ཌི་ཊི་མེག་ཁྲིན། ཌཱ་ཡི་ན་རོ་སི་བཅས་ཀྱིས་ཡུན་རིང་ལས་རིམ་འདིར་དཔལ་འབྱོར་གྱི་མཐུན་རྐྱེན་གནང་བར་བཀའ་དྲིན་ཆེ་ཞུ་རྒྱུ་ཡིན། ཨེ་མོ་རི་དང་བོད་ཀྱི་ཚན་རིག་ལས་རིམ་ལ་ཨེ་མོ་རི་གཙུག་ལག་སློབ་གཉེར་ཁང་དང་། ཚན་རིག་དང་སྤྱི་ཚོགས་ལས་རིམ། དབང་ཕྱུག་ཚན་རིག་དང་གཞིས་སྐྱོད་དང་འབྲེལ་བའི་སྐྱེ་དངོས་རིག་པའི་ལས་འཆར་ཐེ་བའི་ཨེ་མོ་རི་མཐོ་སློབ་ནས་ཀྱང་རོགས་དཔལ་བྱུང་ཡོད། ད་དུང་གཏམ་གསལ་གཏོང་ཕོད་ཆེ་བའི་རོགས་སྐྱོར་བ་རྣམས་ལ་ཡང་ཐུགས་རྗེ་ཆེ་ཞུ་རྒྱུ་ཡིན།

མེག་ཁྲིན་ཁྱིམ་ཚང་གི་དགེ་རྒྱ།
ལོ་སི་ཊན་གྱི་དགེ་རྒྱ།
ཛོ་ཅི་ཕྲིན་སི་ཧོན་ཐེབས་རྒྱ།
ནེ་ཙ་འཛར་སི་ཏུ་ཆགས་པའི་ནང་བསྟན་སློབ་གཉེར་ཁང་།
ཨེ་ཊེ་ལན་ཊར་ཆགས་པའི་འབྲས་སྤུངས་བློ་གསལ་གླིང་གྲྭ་ཚང་གི་ཆོས་ཚོགས།

གཞན་ཡང་།

རྒྱལ་སྤྱིའི་རིག་པའི་ཆོས་ཚོགས་དང་བསྟན་འཛིན་རྒྱ་མཚོའི་སྐུ་གནས་ཁང་གི་ཕྱག་བདབ་མཁན་བསོད་རྒྱལ་རིན་པོ་ཆེ་མཆོག
ཨེ་མོ་རི་གཙུག་ལག་སློབ་གཉེར་ཁང་གི་གཙོ་འཛིན་གཞོན་པ་དང་གཙོ་འཛིན་དོ་ཚབ་པ་སློབ་དཔོན་གྷེ་རི་ཧྥོག
ཧ་ས་བོད་ཀྱི་དཔེ་མཛོད་ཁང་གི་དབུ་འཛིན་དགེ་བཤེས་ལྷག་རྡོར།
གཙོ་འཛིན་གཞོན་པ་སྐུ་ཞབས་ཧེ་རི་ཨེ་ཊེམ་སན།
ཐྲི་ལི་ཡམ་སི་མཐོ་སློབ་ཀྱི་སློབ་དཔོན་ཇོར་ཇེ་ཊི་རེ་པ་སི།
སན་ཊ་བྷར་བྷ་རའི་སློབ་གཉེར་ཁང་གི་གཙོ་འཛིན་སློབ་དཔོན་ཨེ་ལན་ཝ་ལེ་སི།
༧སྤྱི་ནོར་༧གོང་ས་སྐྱབས་མགོན་ཆེན་པོ་མཆོག་གི་དབྱིན་སྐད་གསུང་སྒྱུར་གཙོ་བོ་དང་། བོད་ཀྱི་གཙུག་ལག་ཞིབ་དཔྱོད་ཁང་གི་གཙོ་འཛིན་དགེ་བཤེས་ཐུབ་བསྟན་སྦྱིན་པ་བཅས་ཀྱིས་གྲུབ་པའི་ཨེ་མོ་རི་དང་བོད་ཀྱི་ཚན་རིག་ལས་རིམ་གྱི་སློབ་སྟོན་ལྟ་ཚོགས་ལ་ཡང་གོ་སྐབས་འདི་བརྒྱུད་ནས་ཐུགས་རྗེ་ཆེ་ཞུ་རྒྱུ་ཡིན།

མཐའ་དོན་དུ་ཨེ་མོ་རི་དང་བོད་ཀྱི་ཚན་རིག་ལས་རིམ་གྱི་སློབ་གཉེར་བ་དགེ་བཙུན་རྣམས་ལ་ཐུགས་རྗེ་ཆེ་ཞུ་རྒྱུ་ཡིན། ཁོང་རྣམས་ནི་ལས་རིམ་འདིའི་སློབ་ཕྲུག་ཙམ་མ་ཡིན་པར་ལས་འཆར་འདི་ལམ་ལྷོང་ཡོང་བར་མེད་དུ་མི་རུང་བའི་མཉམ་ལས་པ་འདྲ་ཡིན། ལས་འཆར་འདི་དང་སློབ་ཚན་འདི་དག་བརྒྱུད་ནས་ཡོན་ཏན་གང་ཐོབ་པ་དེས་ཁོང་རྣམས་ཀྱི་ཐུགས་བཞིན་གསོ་ཞིང་། ཁོང་རྣམས་བརྒྱུད་ནས་མིའི་རིགས་སྤྱི་ལ་ཕན་པའི་སྨོན་འདུན་ཕུགས་རྫོག་ཤོག

SUPPORT AND INSPIRATION

This primer on Evolution was developed with the help of many scientist-educators from the Emory Tibet-Science Initiative and beyond. The teaching and development of this material involved Emory University Biology Department faculty members Arri Eisen, Rustom Antia, Chris Beck, and Alex Escobar. Arri Eisen wrote and organized most of this text with significant contributions from Rustom Antia and Alex Escobar, as well as Veronique Perrot. The interpreters in our classes and the translators of this text have not simply translated words, but transformed difficult concepts from one culture to another, and have taught us professors much more than we could have imagined. The main translator of this text is Geshe Dadul Namgyal. He was assisted by Tsondue Samphel and Sangye Tashi Gomar. The interpreters for our classes include Tsondue Samphel, Tenzin Sonam, Sangye Tashi Gomar, Karma Thupten, Tenzin Paldon, Nyima Gyaltsen.

Ajay Pillarisetti was vital in support of the teaching of the material and played a key role in editing this volume and in identifying and developing the complementary materials included. Xavier Vinas provided expert illustrations and material consultation. Jim Wynn is the glue that holds it all together.

We would especially like to thank the University of California at Berkeley and the developers of their website on evolution (www.evolution.berkeley.edu). Not only is this a superb resource, but the developers of the site allowed us to translate it into Tibetan (now available on the site), and the text here is written with the website in mind as a strong complement. Sangye Tashi Gomar translated the website (Evolution 101) into Tibetan. He was assisted by Tsondue Samphel and Geshe Dadul Namgyal.

The spiritual leaders and guiding lights of the Emory-Tibet Science Initiative are Geshe Lhakdor, Director of the Library of Tibetan Works and Archives, and Geshe Lobsang Tenzin Negi, Director of the Emory-Tibet Partnership. The seed and inspiration for this work is His Holiness the 14th Dalai Lama of Tibet.

The Emory-Tibet Science Initiative Life Sciences Team
Emory University
2010

ཐོག་མའི་སྐུལ་སློང་དང་རྒྱབ་སྐྱོར།

འཕེལ་འགྱུར་སྐོར་གྱི་ངོ་སྤྲོད་སློབ་དེབ་འདི་ནི་ཨེ་མོ་རི་དང་བོད་ཀྱི་ཚན་རིག་ལས་རིམ་ཁོངས་ཀྱི་ཚན་རིག་པ་དང་ཤེས་ཡོན་ཆེད་ལས་པ་རྣམས་དང་། གཞན་ཡང་སྐྱེ་བོ་མང་དག་ཅིག་གི་རམ་འདེགས་ལ་བརྟེན་ནས་བསྒྲིགས་པ་ཞིག་ཡིན། འདིའི་རྩོམ་སྒྲིག་དང་སློབ་ཁྲིད་ལས་རིམ་ནང་དངོས་སུ་ཆ་ཤས་བཞེས་མཁན་གྱི་ཁོངས་སུ་ཨེ་མོ་རི་གཙུག་ལག་སློབ་གཉེར་ཁང་གི་སྐྱེ་དངོས་རིག་པའི་སྡེ་ཚན་གྱི་སློབ་དཔོན་ཨ་རི་ཨཡི་ཛོན། རསི་ཏམ་ཨེན་ཊེཡ། ཀིརིསི་བེག ཨེ་ལེཀསི་ཨེསི་ཀོ་སྦར་བཅས་ཡོད། སློབ་དེབ་འདིའི་རྩོམ་བྲིས་དང་ཕྱོགས་སྒྲིག་གནང་མཁན་གཙོ་བོ་སློབ་དཔོན་ཨ་རི་ཨཡི་ཛོན་ཡིན་ལ། དེའི་ཐོག་རསི་ཏམ་ཨེན་ཊེཡ་དང་། ཨེ་ལེཀསི་ཨེསི་ཀོ་སྦར། གཞན་ཡང་ལྷེ་རོ་ནིཀ་པེ་རོཊ་བཅས་ནས་འབྲི་རྩོམ་གྱི་ཞལ་འདེབས་རྒྱ་ཆེ་གནང་ཡོད། སློབ་ཚན་འདི་འཛིན་གྲྭའི་ནང་སློབ་ཁྲིད་བྱེད་སྐབས་དང་སློབ་དེབ་ཕབ་སྒྱུར་བྱེད་སྐབས་ལོ་ཙཱ་བ་རྣམས་ཀྱིས་སྒྲུབ་ཟིན་གྱི་ཐ་སྙད་ཙམ་ཕབ་སྒྱུར་བྱེད་པ་ལྟ་བུ་མིན་པར། འདིའི་རྣམ་གཞག་རྟོགས་དཀའ་བ་རྣམས་རིག་གཞུང་གཅིག་ནས་གཞན་ཞིག་ཏུ་ཕབ་ལེན་འཐུས་ཚང་བྱས་པ་མ་ཟད། དེ་བརྒྱུད་ནས་ངེད་ཅག་སློབ་དགེ་རྣམས་ལ་འང་བསམ་ཡུལ་ལས་འདས་པའི་བློ་སྐྱིད་ཐོབ་བྱུང་། སློབ་དེབ་འདི་དངོས་སུ་ཕབ་སྒྱུར་ཞུ་མཁན་དགེ་བཤེས་དགྲ་འདུལ་རྣམ་རྒྱལ་ཡིན་ཞིང་། དེའི་སྟེང་བརྩོན་འགྲུས་བསམ་འཕེལ་དང་བློ་དམར་སངས་རྒྱས་བཀྲིས་གཉིས་ནས་རོགས་འདེགས་ཞུས་ཡོད། འཛིན་ཁང་ནང་སློབ་ཁྲིད་བྱེད་སྐབས་སྒྲ་སྒྱུར་ཞུ་མཁན་བརྩོན་འགྲུས་བསམ་འཕེལ་དང་། བསྟན་འཛིན་བསོད་ནམས། བློ་དམར་སངས་རྒྱས་བཀྲིས། ཀུན་ཕུབ་བསྟན། བསྟན་འཛིན་དཔལ་སྒྲོན། ཉི་མ་རྒྱལ་མཚན་བཅས་རེད།

འདིའི་ནང་དོན་རྣམས་སློབ་ཁྲིད་བྱེད་པའི་སྐབས་དང་། གཞན་ཡང་སློབ་དེབ་འདིའི་ཞུ་དག་དང་། འདིའི་ནང་གི་སྒྲིག་བཀོད་ཚན་པ་ཁག་བཟོ་སྒྲིག་གི་བྱ་བར་ཨ་ཇེའི་པི་ལ་རི་སེཀ་ཏེ་ནས་རམ་འདེགས་རྒྱ་ཆེ་གནང་ལ། དེ་བཞིན་དུ་འདིའི་ནང་གི་ཚད་ལྡན་གྱི་རི་མོ་རྣམས་ཞ་ཕིའར་ཕི་ནསི་ནས་མཁོ་འདོན་གནང་བ་མ་ཟད། ཁོང་ནས་དེ་འབྲེལ་གྱི་ཆེད་མཁས་ལམ་སྟོན་ཡང་གནང་བྱུང་། རྒྱུད་རིམ་འདི་ཀུན་ལ་འབྱུར་རྫིའི་རང་བཞིན་གྱི་ཕན་ཚུན་འབྲེལ་མཐུད་ཀྱི་ཞབས་འདེགས་འཐུས་ཚང་གནང་མཁན་དྲིམ་ཕྱིན་རེད།

སྦར་ཁེ་ལེར་གཏན་གཞི་བྱས་པའི་ཁེ་ལི་ཕོར་ནི་ཡའི་གཙུག་ལག་སློབ་གཉེར་ཁང་གི་འཕེལ་འགྱུར་སྐོར་གྱི་དྲ་རྒྱ་(www.evolution.berkeley.edu)དེ་ནི་སྐབས་འབྲེལ་གྱི་ཤེས་བྱ་ཧ་ཅང་འཐུས་སློ་ཚང་བ་ཡོད་ས་ཞིག་ཡིན་པར་མ་ཟད། ཨེ་མོ་རི་དང་བོད་ཀྱི་ཚན་རིག་ལས་རིམ་འདིར་དྲ་གནས་དེ་བོད་སྒྱུར་བྱེད་རྒྱུར་ཆོག་མཆན་ཡང་གནང་བས། གོ་སྐབས་འདི་བརྒྱུད་ནས་གཙུག་ལག་སློབ་གཉེར་ཁང་དེ་དང་། གོང་གསལ་དྲ་གནས་དེ་སྒྲུབ་མཁན་ཀུན་ལ་དམིགས་བསལ་ཐུགས་རྗེ་ཞུ་རྒྱུ་ཡིན། བོད་སྒྱུར་ཞུས་པའི་རྒྱུ་ཆ་དེ་ཨེ་མོ་རི་དང་བོད་ཀྱི་ཚན་རིག་ལས་རིམ་འདིའི་དྲ་རྒྱའི་སྟེང་བཞག་ཡོད་ཅིང་། ད་ལམ་གྱི་སློབ་དེབ་འདི་ཡང་བོད་སྒྱུར་ཞུས་པའི་གོང་གསལ་རྒྱུ་ཆ་དེའི་ཁ་གསབ་ཀྱི་ཚུལ་དུ་བྲིས་ཡོད། ཨེ་མོ་རི་དང་བོད་ཀྱི་ཚན་རིག་ལས་རིམ་གྱི་དྲ་རྒྱའི་སྟེང་གི་"འཕེལ་འགྱུར་རིག་པ། ༡༠༡"ཞེས་པ་དེ་བོད་སྒྱུར་ཞུ་མཁན་བློ་དམར་སངས་རྒྱས་བཀྲིས་ཡིན་ཞིང་། འདིའི་ཐད་ཁོང་ལ་བརྩོན་འགྲུས་བསམ་འཕེལ་དང་དགེ་བཤེས་དགྲ་འདུལ་རྣམ་རྒྱལ་གཉིས་ནས་རམ་འདེགས་བྱས་ཡོད།

ཨེ་མོ་རི་དང་བོད་ཀྱི་ཚན་རིག་ལས་རིམ་འདིའི་ཐོག་མའི་ས་བོན་དང་བར་དུ་སྐུལ་ཤུགས་ཀྱི་སྐུལ་སློང་གནང་མཁན་ཉག་གཅིག་པུ་དེ་ནི་བོད་གངས་ཅན་ལྗོངས་ཀྱི་༸གོང་ས་༸སྐྱབས་མགོན་ཏཱ་ལའི་བླ་མ་སྐུ་ཕྲེང་བཅུ་བཞི་པ་ཆེན་པོ་མཆོག་ཡིན་ལ། ལས་རིམ་འདིའི་ཆོས་ཕྱོགས་ཀྱི་སློབ་སྟོན་པ་དང་ལམ་བུ་གསལ་བའི་སྒྲོན་མེ་ལྟ་བུ་ནི་ཧྣ་ས་བོད་ཀྱི་དཔེ་མཛོད་ཁང་གི་འགན་འཛིན་དགེ་བཤེས་ལྷག་རྗོར་ལགས་དང་། ཨེ་མོ་རི་དང་བོད་ཀྱི་ཐུན་ཚོགས་ཀྱི་འགན་འཛིན་དགེ་བཤེས་བློ་བཟང་བསྟན་འཛིན་ལགས་རྣམ་གཉིས་ཡིན་ལགས།

ཨེ་མོ་རི་དང་བོད་ཀྱི་ཚན་རིག་ལས་རིམ་གྱི་ཚེ་སྲོག་ཚན་རིག་སྡེ་ཚན་ནས།

ཨེ་མོ་རི་གཙུག་ལག་སློབ་གཉེར་ཁང་། ཕྱི་ལོ་ ༢༠༡༠ ལ།

DARWIN'S GREAT IDEA

Charles Darwin developed his famous ideas of evolution based on decades of careful research. The core of his ideas was published in 1859 in *The Origin of Species*. The book immediately sold out and has been a bestseller ever since.

Darwin's basic idea is that the environment and organisms are in a dynamic relationship. Organisms affect their environment and their environment affects organisms. Organisms that best adapt to their environment survive to a greater extent and have more offspring and, therefore, are, in evolutionary terms, more successful. The result is that the environment 'selects' the organisms that are most successful, a process Darwin called natural selection.

Tibet is an excellent place to study many different aspects of evolution because of its dramatic environment and the history of how that environment came to be. The Tibetan plateau is the largest and highest on Earth, covering more than five million square kilometers with an average elevation of over five kilometers. The environment, including the geology and climate, vary significantly across the plateau, leading, as Darwin's theories predict, to an impressive diversity of plants and animals and many species unique to the plateau.

According to Darwin, the dynamic relationship between organisms and the environment has been ongoing since even before the Tibetan plateau formed and, in fact, ever since life began. The first organisms became the common ancestors of all organisms, including humans. The original organisms eventually evolved over millions of years into all other organisms; they are the roots of the tree of life.

This book explores concepts needed to understand Darwin's ideas of evolution: What is life? How do we determine the history of life? How does the environment affect life over short and over very long periods of time? How do organisms evolve?

YOUR TURN: THE ENVIRONMENT & ORGANISMS

What do you think? Let's do an experiment to test the following idea (or hypothesis), one that is central to Darwin's theory of evolution: the environment affects the organisms that live in it.

Divide into groups and locate three different environments outside. For example, these environments could be at different elevations (like the top and bottom of a mountain), in a dry area, in a wet area, in water, in a tree, etc. Examine the plant and animal life in these environments. Choose one animal and one plant and describe them in detail. Then discuss how its traits—like color, height, or other physical characteristics— might be affected by its environment. Make a list of particular traits and see if you can develop explanations about how each trait 'fits' its environment.

Now all the groups should get together and discuss their results. Were there similar plants or animals in different environments? How did such organisms adapt (change) differently to their particular environments? Based on your results, do you think our hypothesis, that the environment affects organisms, is supported? What further experiments would you do to follow up on your findings?

ཁྱོད་ཀྱི་རེས་མོས།
ཁོར་ཡུག་དང་སྐྱེ་ལྡན་གྱི་རྣམ་པ།

ཁྱེད་ཀྱི་བསམ་ཚུལ་ཇི་ལྟར་ཡིན་ནམ། "ཁོར་ཡུག་གིས་དེར་གནས་པའི་སྐྱེ་ལྡན་སྲོག་ཆགས་ཀྱི་སྟེང་དུ་བྱེད་ནུས་འདོན་པ་ཡིན།" ཞེས་པ་ནི་ཊར་ཝིན་གྱི་འཕེལ་འགྱུར་རིག་པའི་གནད་དོན་གཙོ་བོ་ཞིག་ཡིན། ཁྱོད་རྣམས་ཀྱིས་གོང་གསལ་གྱི་གནད་དོན་(ནམ་ཚོད་རྩིས་)དེའི་བདེན་རྫུན་བཤེར་བའི་ཆེད་བརྟག་དཔྱད་ཅིག་བྱ་དགོས།

ཁྱེད་རྣམས་སྡེ་ཚན་སོ་སོར་འགྲོ་ལ། སྡེ་ཚན་རེ་རེས་ཕྱིའི་ཁོར་ཡུག་མི་འདྲ་བ་གསུམ་རེ་འདེམས་དགོས། དེ་ཡང་ཁོར་ཡུག་དེ་ཚོ་རིའི་རྩེ་མོ་དང་གཤམ་ལྟ་བུ་མཐོ་ཚད་མི་གཅིག་པ་དང་། ཡང་ན། སྐམ་ས་དང་གཤེར་ས། ཆུའི་ནང་དང་ཤིང་སྡོང་གི་ནང་ལྟ་བུ་ཡིན་ཆོག ཁོར་ཡུག་དེ་དག་ཁྱོད་ཀྱི་རྩི་ཤིང་དང་སྲོག་ཆགས་བཅས་ལ་རྟོག་ཞིབ་བྱོས་ལ། དེ་དག་ལས་སྲོག་ཆགས་ཁེར་རྐྱང་རེའམ། རྩི་ཤིང་ཁེར་རྐྱང་རེ་བདམས་ནས་དེར་འགྲེལ་བརྗོད་ཞིབ་པར་བྱོས། དེ་ནས་དེའི་ཁ་དོག་དང་གཟུགས་ཚད་དང་ལུས་ཀྱི་ཁྱད་གཤིས་གཞན་ཚུད་པའི་ཁྱད་རྟགས་རྣམས་གླིང་ནས། རང་རང་གི་ཁོར་ཡུག་གིས་དེ་དག་ལ་ཤུགས་རྐྱེན་ཇི་ལྟར་ཐེབས་སྲིད་པའི་སྐོར་(སྡེ་ཚན་སོ་སོའི་ནང་)གྲོས་སྡུར་བྱོས། ཁྱད་རྟགས་དེ་དག་གི་ཐོ་གཞུང་ཟུར་དུ་བཟོས་ལ། དེ་རྗེས་དེ་དག་རེ་རེ་ནས་རང་རང་གི་ཁོར་ཡུག་སོ་སོ་དང་མཐུན་འགྲོད་ཇི་ལྟར་བྱས་ཚུལ་ལ་འགྲེལ་བཤད་བྱེད་ཐུབ་མིན་བལྟ་དགོས།

དེ་རྗེས་སྤྱིར་གྱི་སྡེ་ཚན་དེ་དག་མཉམ་དུ་འཛོམས་ཏེ། རང་རང་གི་མཇུག་འབྲས་ཐོག་གྲོས་སྡུར་བྱ་དགོས། ཁོར་ཡུག་མི་འདྲ་བ་དེ་དག་ཏུ་རྩི་ཤིང་དང་སྲོག་ཆགས་རིགས་གཅིག་པ་དེ་འདྲ་འདུག་གམ། འདུག་ན་སྐྱེ་ལྡན་དེ་དག་གིས་ཁོར་ཡུག་ངེས་ཅན་དེ་དག་ཏུ་རན་འཚམས་ཀྱི་བསྟུན་འགྱུར་བྱས་ཚུལ་ཇི་ལྟར་ཡིན་ནམ། ཁྱོད་ཀྱིས་བལྟས་ན་སྡེ་ཚན་སོ་སོའི་མཇུག་འབྲས་དེ་དག་གིས་སྔར་གྱི་འོལ་ཚོད་དེ། "ཁོར་ཡུག་གིས་སྐྱེ་ལྡན་སྟེང་དུ་བྱེད་ནུས་འདོན་"ཞེས་པའི་དམ་བཅའ་དེར་དག་སྐྱེལ་བྱེད་ཀྱི་འདུག་གམ། ཁྱེད་ཀྱིས་རང་ལ་ཐོབ་པའི་གྲུབ་དོན་དེར་ད་དུང་མུ་མཐུད་དེ་བརྟག་དཔྱད་ཇི་ལྟར་བྱེད་འདོད་དམ།

ཊར་ཝིན་གྱི་རིག་པ་ཆེན་པོ།

ཊར་ཝིན་གྱིས་བརྩོན་པའི་གྲགས་ཆེ་བའི་འཕེལ་འགྱུར་གྱི་རིག་པ་དེ་ནི། ལོ་ངོ་བརྒྱ་ཕྲག་མང་པོའི་རིང་ཞིབ་འཇུག་མཐིལ་ཕྱིན་བསྐྱངས་པའི་རྗེས་འབྲས་ཀྱི་སྙིང་དོན་དེ་དག་གཞི་ལ་བཞག་པ་ཞིག་ཡིན། ཕྱི་ལོ་ ༡༨༥༩ ལོར་དཔར་དུ་བསྐྲུན་པའི་*སྐྱེ་ལྡན་ཕྱེ་རིགས་དག་གི་འབྱུང་ཁུངས*ཞེས་པའི་བརྩམས་ཆོས་ནང་ཁོང་གི་རིག་པ་དེའི་རྩ་དོན་སྙིང་པོ་རྣམས་བཀོད་ཡོད། བརྩམས་ཆོས་དེ་དཔར་སྐྲུན་ཟིན་མ་ཐག་དཔར་མ་ཀུན་འཕྲོ་ལ་དུ་བྲིན་པར་མ་ཟད། ད་ལྟའང་ཧ་ཅང་བྲིན་ཆེ་བའི་འབྲི་རྩོམ་སྙན་གྲགས་ཆེ་ཤོས་ཀྱི་གྲས་སུ་ཡོད།

ཁོར་ཡུག་དང་དེའི་ནང་གི་སྐྱེ་ལྡན་གཉིས་ཕན་ཚུན་གསོན་ཤུགས་ལྡན་པའི་འབྲེལ་བ་དམ་པོས་བཅིངས་བཞིན་དུ་འཚོ་གནས་བྱེད་ཚུལ་ནི་ཊར་ཝིན་གྱི་རིག་པའི་རྩ་བའི་གཞུང་ལུགས་ཤིག་ཡིན། སྐྱེ་ལྡན་གྱིས་ཁོར་ཡུག་ལ་ཕར་བྱེད་ནུས་འདོན་ལ། ཁོར་ཡུག་གིས་ཀྱང་སྐྱེ་ལྡན་ལ་ཚུར་བྱེད་ནུས་འདོན་གྱིན་ཡོད། སྐྱེ་ལྡན་གྱི་རྣམ་པ་གང་ཞིག་ཁོར་ཡུག་ལ་བསྟུན་འགྱོད་ཇི་ཙམ་ཟབ་པ་ཡོད་པ་དེའི་ཚོད་ཀྱིས་སྐྱེ་ལྡན་དེའི་རིགས་རྒྱུད་ཀྱང་རྒྱུན་གནས་ཐུབ་ཅིང་། དེར་རྒྱུད་འཛིན་ཕྲུ་གུ་ཡང་མང་བ་འབྱུང་བ་རེད། ཚུལ་དེ་ལྟར་དུ་བསྟུན་འགྱོད་བྱེད་ཀྱིན་པའི་སྐྱེ་ལྡན་རྣམས་འཕེལ་འགྱུར་རིག་པའི་ཕྱོགས་ནས་བལྟས་ན་ལམ་ལྷོང་ཆེ་བར་བརྩི་བ་ཡིན། དེས་ན་མཐའ་མའི་འདུས་སུ། སྐྱེ་ལྡན་གྱི་ཁྲོད་ནས་གང་དག་ལམ་ལྷོང་ཆེ་བར་ཐོན་པ་དེར་ཁོར་ཡུག་གིས་གདམ་བསལ་རྒྱག་གི་ཡོད། གདམ་བསལ་གྱི་རྒྱུད་རིམ་འདི་ལ་ཊར་ཝིན་གྱིས་"རང་བྱུང་འདེམས་སྒྲུག"ཞེས་ཐ་སྙད་བཏགས་ཡོད།

ཟིང་ལོང་ཆེ་བའི་ཁོར་ཡུག་གི་རང་བཞིན་དང་ཆགས་ཚུལ་གྱི་ལོ་རྒྱུས་བཅས་ལ་གཞིགས་ན། བོད་གངས་ཅན་ལྗོངས་དེ་འཕེལ་འགྱུར་རིག་པའི་རྣམ་གཞག་འདྲ་མིན་འཚམས་ཞིབ་སློབ་སྦྱོང་བྱེད་རྒྱུར་ས་བབ་ཧ་ཅང་བཟང་པོ་ཞིག་ཡིན། བོད་ཀྱི་མཐོ་སྒང་དེ་འཛམ་གླིང་ནང་དཔང་མཐོ་ཤོས་དང་རྒྱ་ཆེ་ཤོས་ཡིན་ལ། དེར་ཆ་སྙོམས་སུ་ཀི་ལོ་མི་ཊར་ལྔ་བརྒལ་བའི་མཐོ་ཚད་སྟེང་། ས་ཁྱོན་ཀི་ལོ་མི་ཊར་གྲུ་བཞི་ས་ཡ་ལྔ་ལྷག་ཡོད། ས་གཤིས་དང་གནམ་གཤིས་ཐེ་བའི་བོད་ཀྱི་ཁོར་ཡུག་ལ་མཚོན་ན། མཐོ་སྒང་ཁྱོན་དུ་གཅིག་གྱུར་མིན་པར་ཧ་ཅང་མི་འདྲ་བའི་ཁྱད་པར་ཆེ་བས། དེ་ལྟར་ཊར་ཝིན་གྱི་རིག་པའི་གཞུང་ལུགས་རྣམས་ཀྱིས་སྟོན་དཔག་བྱེད་པ་བཞིན། བོད་ཀྱི་མཐོ་སྒང་སྟེང་ཐུན་མོང་མིན་པའི་རྩི་ཤིང་དང་སེམས་ཅན་དང་སྐྱེ་ལྡན་སྣ་ཚོགས་འཚོ་སྡོད་བྱེད་ཀྱིན་ཡོད།

ཊར་ཝིན་ལྟར་ན། ཁོར་ཡུག་དང་སྐྱེ་ལྡན་དབར་གྱི་གསོན་ཤུགས་ལྡན་པའི་འབྲེལ་བ་དམ་པོ་དེ་བོད་ཀྱི་མཐོ་སྒང་མ་ཆགས་གོང་རོལ་ནས་བྱུང་དང་འབྱུང་བཞིན་ཡོད་པ་དང་། དེར་མ་ཟད། ཚེ་སྲོག་ཐོག་མར་འགོ་བཙུགས་པའི་སྐབས་ཉིད་ནས་བྱུང་དང་འབྱུང་བཞིན་ཡོད་པ་རེད། གདོད་མའི་སྐྱེ་ལྡན་རྣམས་མིའི་འགྲོ་བ་ཐེ་བའི་སྐྱེ་ལྡན་ཐམས་ཅད་ཀྱི་མེས་པོ་ཡིན་ལ། གདོད་མའི་སྐྱེ་ལྡན་དེ་དག་ལོ་ངོ་ས་ཡ་དུ་མའི་རིང་ནས་མུ་མཐུད་དུ་སྐྱེ་ལྡན་གཞན་དག་གི་རྣམ་པར་གྱུར་དང་འགྱུར་བཞིན་པ་ཡིན། དེས་ན་གདོད་མའི་སྐྱེ་ལྡན་དེ་དག་ནི་ཚེ་སྲོག་གི་སྟོང་པོའི་རྩ་བ་ལྟ་བུ་ཆགས་ཡོད།

སློབ་དེབ་འདིས་ཊར་ཝིན་གྱི་འཕེལ་འགྱུར་རིག་པར་རྒྱུས་ལོན་བྱེད་པར་མཁོ་བའི་རྣམ་གཞག་དག་ལ་ཞིབ་དཔྱོད་བྱེད་ལ། དེ་འདྲའི་རྣམ་གཞག་གི་ཁོངས་སུ་ཅི་ཞིག་ལ་ཚེ་སྲོག་ཟེར་རམ། ཚེ་སྲོག་གི་བྱུང་རབས་ལ་ཇི་ལྟར་རྒྱུས་ལོན་བྱེད་ཐུབ་བམ། དུས་ཀྱི་རྒྱུན་ཐག་རིང་ཐུང་ཅི་རིགས་སུ་ཁོར་ཡུག་གིས་ཚེ་སྲོག་ལ་བྱེད་ནུས་ཇི་ལྟར་འདོན་ནམ། སྐྱེ་ལྡན་རྣམས་ཇི་ལྟར་འཕེལ་འགྱུར་བྱེད་དམ། ལྟ་བུ་འདུས་ཡོད།

WHY EVOLUTION?

"Nothing in biology makes sense except in the light of evolution."
Theodosius Dobzhansky, *The American Biology Teacher*, 1973

Why is **evolution** the first topic of Biology in the Emory-Tibet Science Initiative? No one says it better than Dobzhansky above.

Evolution is the underlying theme of all biology. Some go so far as to say the principles of evolution serve as a philosophical foundation for much of the sciences *and much of modern thought*.

Evolution is not only the *foundation* of biological knowledge but it is also the mortar, glue, nails, and screws that hold up the entire structure of biology. Evolution and its central tenets permeate every aspect of biology.

As noted, Charles Darwin outlined the basic theory of evolution in his monumental 1859 book, *The Origin of Species*. Alfred Russel Wallace also developed very similar ideas around the same time. Darwin was so concerned about the potential broad social implications of his work that he did not publish *The Origin of Species* until Wallace sent his ideas on evolution to Darwin, and Darwin realized in order to receive credit for these ideas he had been working on for decades, he must publish quickly. The two scientists presented their work together.

Darwin was right: his and Wallace's ideas shook and continue to shake the world. Suddenly, biology had a framework that made sense, and much of the incredible growth in biology and related sciences can be traced to Darwin's work a century and a half ago. Beyond science, the concepts in evolutionary theory were carried into nearly all walks of life: politics, religion, sociology, and psychology. Often, the ideas were (and are) misused and abused, but just as often they were (and are) used productively and shed new light and new perspectives on many walks of life.

So, it is clearly important to begin your journey through biology with the beautiful theory of evolution.

In this primer, we begin at the beginning in biological terms: what is life and what makes something alive? How did life begin? We will consider how evolution allows us to organize life based on certain patterns and then how those patterns emerge over time. How does change occur in living organisms over time? How does the **environment**, the space and time in which an organism lives, affect its survival and shape its change?

ROOM FOR THOUGHT: SOCIAL IMPLICATIONS OF DARWIN'S IDEAS

One of the things that made him most excited (and most nervous) about his theory of evolution, was Darwin's claim about humans. From an evolutionary point of view, our species evolved no differently than any other. Not only do all humans share a common origin, but all humans are related to *all* other organisms. Of course, this runs counter to the idea in many cultures and religions that humans are distinct, different, and superior to other life forms.

Another powerful social implication of Darwin's theory is that all humans are equal and belong to the same species. It might seem ridiculous now, but much of the well-respected science at the time claimed that there were different species of humans. For instance, Louis Agassiz, a prominent Harvard researcher, said:

"There are upon earth different races of men, inhabiting different parts of its surface, which have different physical characters; and this fact… presses upon us the obligation to settle the relative rank among these races, the relative value of the characters peculiar to each, in a scientific point of view…"

Most of these now-discredited theories claimed that people who did not look like the white scientists developing these theories were 'lower' species of humans. Unfortunately, these ideas lent scientific support to racist attitudes and to treating different groups of people as slaves or worse.

བསམ་གཞིག་གི་ཡུལ།
སྤྱི་ཚོགས་ཀྱི་འཚོ་བའི་སྟེང་ཊར་ལྷིན་གྱི་རིག་པའི་ཤུགས་རྐྱེན།

རང་གི་འཕེལ་འགྱུར་གྱི་རིགས་པའི་གཞུང་ལུགས་ཀྱི་ཁྲོད་ནས་ཊར་ལྷིན་རང་ཉིད་ལ་སྤྱི་སྣང་ཆེ་ཤོས་དང་གྲོ་ཚབས་ཆེ་ཤོས་ཀྱང་སྐྱེ་གཞི་ཞིག་ནི། གཞུང་ལུགས་དེ་དག་ལས་ཐོན་པའི་འགྲོ་བ་མི་དང་འབྲེལ་བའི་ལྟ་སྟངས་དེ་ཡིན། དེ་ཡང་འཕེལ་འགྱུར་གྱི་གོ་རིམ་ནས་བལྟས་ན་སྐྱེ་ལྡན་གྱི་ཉེ་རིགས་ཀུན་འཕེལ་འགྱུར་བྱུང་ཚུལ་གཅིག་འདྲ་ཡིན་པ་ལས། མིའི་འགྲོ་བར་མི་འདྲ་སའི་ཁྱད་པར་དམིགས་བཀར་མེད་ལ། མིའི་འགྲོ་བ་ཐམས་ཅད་ཀྱི་འབྱུང་ཁུངས་གཅིག་ཡིན་པ་དང་། དེར་མ་ཟད། མིའི་འགྲོ་བ་ཐམས་ཅད་སྐྱེ་ལྡན་གྱི་རིགས་གཞན་ཀུན་དང་གཉེན་ཚན་གྱི་འབྲེལ་བ་གྲུབ་ཡོད། ལྟ་ཚུལ་འདི་ནི་རིག་གཞུང་དང་ཆོས་ལུགས་གང་དག་ཏུ་མིའི་འགྲོ་བ་རྣམས་ཚེ་སྲོག་གི་རྣམ་པ་གཞན་ཐམས་ཅད་ལས་ཐ་དད་དང་། ཟུར་གསལ། ཁྱད་དུ་འཕགས་པར་བལྟས་པ་དག་དང་ཕྱོགས་འགལ་དུ་གྱུར་ངེས་ཡིན།

ཡང་ཊར་ལྷིན་གྱི་རིགས་པའི་གཞུང་ལུགས་ལས་ཐོན་ཞིང་། སྤྱི་ཚོགས་ཀྱི་འཚོ་བར་ཤུགས་རྐྱེན་ཆེན་པོ་ཐེབས་པའི་ལྟ་སྟངས་གཞན་ཞིག་ནི། མིའི་འགྲོ་བ་ཀུན་འདྲ་མཉམ་ཡིན་པ་དང་། དེ་ཀུན་སྐྱེ་ལྡན་གྱི་ཉེ་རིགས་གཅིག་ཏུ་གཏོགས་པ་དེ་ཡིན། འདི་ཉིད་དེང་གི་ཆར་དེ་ཙམ་ངོ་མཚར་ཆེ་བ་ཞིག་ཏུ་མི་མངོན་ཡང་། འོན་ཀྱང་སྐབས་དེར་གདེང་འཇོག་འཕེར་བའི་ཚན་རིག་ཕལ་མོ་ཆེའི་ཁྲོད་དུ་མིའི་འགྲོ་བར་ནང་གསེས་ཀྱི་ཉེ་རིགས་ཐ་དད་ཡོད་པར་བལྟ་སྲོལ་ཡོད། དེ་ཡང་དཔེར་ན། ཧར་ཕར་ཊ་གཙུག་ལག་སློབ་གཉེར་ཁང་གི་ཞིབ་འཇུག་པ་གྲགས་ཅན་སྐུ་ཞབས་ལུ་ཡི་ཨ་ག྄ས་སི་ཡིས་བཤད་རྒྱུར།
"སའི་གོ་ལ་འདིའི་སྟེང་གི་ས་ཁུལ་མི་འདྲ་བ་སོ་སོར་གཟུགས་གཤིས་མི་གཅིག་པའི་མིའི་འགྲོ་བའི་རིགས་རུས་སྣ་ཚོགས་ཤིག་འཚོ་སྡོད་བྱེད་ཀྱིན་ཡོད། དོན་ངོ་མའི་གནས་སྟངས་འདི་འདྲའི་འོག་རིགས་རུས་དེ་དག་གི་ནང་གསེས་བསྡུར་བའི་མཐོ་དམན་གྱི་གོ་རིམ་དང་། སོ་སོའི་ཐུན་མོང་མིན་པའི་ཁྱད་གཤིས་ཕན་ཚུན་བསྡུར་བའི་བཟང་ངན་གྱི་གོ་རིམ་ངེས་ཅན་ཞིག་ཚན་རིག་གི་བལྟ་ཕྱོགས་དང་མཐུན་པར་གཏན་འབེབས་བྱེད་པའི་འགན་འཁུར་དེ་ང་ཚོའི་ཐོག་ཏུ་བབས་ཡོད།" ཅེས་བཤད་ཡོད།
ད་ཆ་ཚད་འཛིན་མི་འཕེར་བར་གྱུར་ཟིན་པའི་བལྟ་ཚུལ་དེ་ཚེ་ཕལ་མོ་ཆེའི་ལུགས་ལ། བལྟ་ཚུལ་དེ་འདྲ་དར་སྤེལ་བྱེད་མཁན་གྱི་མི་རྒྱུད་དཀར་པོའི་ཚན་རིག་པ་ཁོ་རང་ཚོ་དང་མི་མཚུངས་པའི་མི་ཀུན་མིའི་འགྲོ་བའི་རིམ་པ་"འོག་མར་"གཏོགས་པའི་ཁས་ལེན་བྱས་ཡོད། སྐབས་མ་ལེགས་པ་ཞིག་ལ། བལྟ་ཚུལ་འདི་དག་གིས་རིགས་རུས་དབྱེ་འབྱེད་ཀྱི་ལྟ་བ་དང་། ཐབ་གཡོག་བཀོལ་སྤྱོད། གཞན་ཡང་དེ་བས་ཀྱང་ཚབས་ཆེ་བའི་བྱ་སྤྱོད་སྣ་ཚོགས་ལ་རིགས་པའི་གཞུང་ལུགས་ཀྱི་རྒྱབ་རྟེན་མཐོ་འདོན་བྱས་སྐྱོང་ཡོད།

དེ་ལ་ཐོག་མ་ཉིད་དུ་འཕེལ་འགྱུར་གླེང་བའི་རྒྱུ་མཚན་གང་ཡིན་ཞེ་ན།

"འཕེལ་འགྱུར་རིག་པའི་འོད་སྣང་འབབ་ཞིག་གི་འོག་སྐྱེ་དངོས་རིག་པའི་དོན་གནད་རྣམས་གནས་ལུགས་དང་ལྡན་པར་ཤེས་སུ་ཡོད་ཀྱི། དེ་ལས་གཞན་དུ་ནི་ཤེས་སུ་མེད།"

ཨ་རིའི་སྐྱེ་དངོས་རིག་པའི་དགེ་རྒན་ཞེས་པའི་དུས་དེབ་ནང་སྐུ་ཞབས་ཐེའོ་ཊི་སི་ཨེསི་ཊོབ་ཞནསི་ཀི་ཡིས་ཕྱི་ལོ་ ༡༩༧༣ ལོར་གསུངས།

དེས་ན་ཨེ་མོ་རི་དང་བོད་ཀྱི་ཚན་རིག་ལས་རིམ་འདིའི་སྐྱེ་དངོས་རིག་པའི་སློབ་ཚན་གྱི་ཐོག་མར་**འཕེལ་འགྱུར་**གྱི་ལེའུ་བཞག་དགོས་པའི་རྒྱུ་མཚན་ཡང་གོང་གསལ་སྐུ་ཞབས་ཊོབ་ཞནསི་ཀི་ཡིས་བསྒྲིགས་པའི་ལན་འདེབས་ནང་ཆེས་མངོན་པར་གསལ་ཡོད།

འཕེལ་འགྱུར་རིག་པ་ནི་སྐྱེ་དངོས་རིག་པ་ཡོངས་རྫོགས་ཀྱི་རྨང་གཞིའི་ལྟ་ཚུལ་ཞིག་ཡིན། དེས་མ་ཚད་པར་འགའ་ཞིག་གིས། འཕེལ་འགྱུར་གྱི་རིགས་པའི་གཞུང་ལུགས་རྣམས་ཚན་རིག་གི་སྡེ་ཚན་ཕལ་མོ་ཆེ་དང་དེང་རབས་*ཀྱི་རིག་པ་ཕལ་མོ་ཆེ་*རྣམས་གང་ལ་བརྟེན་སའི་ལྟ་བའི་རྨང་གཞི་ཡིན་ལུགས་ཀྱང་བརྗོད་ཀྱི་ཡོད།

འཕེལ་འགྱུར་གྱི་གོ་རིམ་ནི་སྐྱེ་དངོས་རིག་པའི་*རྨང་གཞི་*ཙམ་དུ་མ་ཟད། སྐྱེ་ལྡན་ཚན་རིག་གི་བཀོད་པ་ཡོངས་རྫོགས་བཟུང་ཞིང་འདེགས་པའི་ཨར་འདམ་ལྟ་བུ་དང་། འབྱར་རྩི་ལྟ་བུ་དང་། གཟེར་མ་ལྟ་བུ་དང་། གཙུས་གཟེར་ལྟ་བུའང་ཡིན། འཕེལ་འགྱུར་དང་དེའི་གཞུང་ལུགས་གཙོ་བོ་རྣམས་སྐྱེ་དངོས་རིག་པའི་ཆ་ཐམས་ཅད་ལ་ཁྱབ་ཡོད།

གོང་དུ་སྨྲས་པ་བཞིན། ཆར་ལེསི་ཊར་ལྷིན་གྱིས་འཕེལ་འགྱུར་རིག་པའི་རྩ་བའི་གཞུང་ལུགས་རྣམས་ཕྱི་ལོ་ ༡༨༥༩ ལོར་བརྩམས་པའི་རང་གི་ཐབས་ཆེན་གྱི་བརྩམས་ཆོས་ *"སྐྱེ་ལྡན་ཉེ་རིགས་དག་གི་འབྱུང་ཁུངས་"*ཞེས་པར་གསལ་བཀྲོལ་གནང་ཡོད། སྐབས་དེར་ཨེལ་ཕྱི་རི་ཊ་ར་སལ་ལྷེ་ལེསི་ཡིས་ཀྱང་རིག་པ་ཆ་འདྲ་བ་མང་པོ་བརྗོད་ལ། ལྷེ་ལེསི་ཡིས་འཕེལ་འགྱུར་སྐོར་གྱི་རང་གི་གཞུང་ལུགས་རྣམས་ཊར་ལྷིན་ལ་མ་བཏང་བར་དུ་ཊར་ལྷིན་གྱིས་རང་གི་བརྩམས་ཆོས་ *"སྐྱེ་ལྡན་ཉེ་རིགས་དག་གི་འབྱུང་ཁུངས་"*དེ་དཔར་སྐྲུན་ཞུས་མེད། དཔར་དུ་མ་བཏབ་པའི་རྒྱུ་མཚན་ནི་རང་གི་བརྩམས་ཆོས་དེས་རྒྱ་ཆེའི་སྤྱི་ཚོགས་ཀྱི་བསམ་བློར་དོ་ཕོག་ཇི་འདྲ་བཟོའམ་སྙམ་དུ་བློ་འཚབ་མངའ་བས་ཡིན། འོན་ཀྱང་ལོ་ངོ་བཅུ་ཕྲག་དུ་མར་ངལ་བ་ཁྱད་བསད་ཀྱིས་ཉེད་རྙོགས་བྱུང་བའི་གཞུང་ལུགས་རྣམས་ཐོག་མར་འདོན་པའི་ལེགས་སོ་དེ་མི་གཞན་ལ་ཤོར་དོགས་ནས་ཁོང་གིས་རང་གི་བརྩམས་ཆོས་དེ་གང་མྱུར་དཔར་དུ་གདབ་དགོས་པར་གཟིགས། མཐར་གོང་གི་ཚན་རིག་པ་གཉིས་ཀས་རང་རང་གི་བརྩམས་ཆོས་དུས་མཉམ་དུ་དཔར་འགྲེམས་ཞུ་ཐུབ་པ་བྱུང་།

ཏག་ཏག་རང་ཊར་ལྷིན་གྱིས་བསམས་པ་བཞིན་ཁོང་དང་ལྷེ་ལེསི་ཡིས་བརྗོད་པའི་གཞུང་ལུགས་རྣམས་ཀྱིས་འཛམ་གླིང་གཡོས་ཤིང་། ད་དུང་ཡང་མུ་མཐུད་དེ་གཡོ་བཞིན་ཡོད། (གཞུང་ལུགས་དེ་དག་གི་སྟེང་ནས་)གློ་བུར་དུ་སྐྱེ་དངོས་རིག་པ་ལ་ཆ་འཛོག་འོས་པའི་བཀོད་སྒྲིག་ཅིག་ཉེད་ལ། སྐྱེ་དངོས་རིག་པ་དང་དེ་དང་འབྲེལ་བའི་ཚན་རིག་གི་སྡེ་ཚན་མང་དག་ཅིག་གི་(ད་བར་གྱི་)ངོ་མཚར་ཆེ་བའི་མདུན་བསྐྱོད་རྣམས་ལོ་ངོ་བརྒྱ་ཕྲག་ཕྱེད་དང་གཉིས་གོང་གི་ཊར་ལྷིན་གྱི་བརྩམས་ཆོས་དེར་རྗེས་འདེད་བྱེད་ཐུབ་ཀྱི་ཡོད། འཕེལ་འགྱུར་གྱི་གཞུང་ལུགས་རྣམས་ཚན་རིག་ལས་གཞན་ཆབ་སྲིད། ཆོས་ལུགས། སྤྱི་ཚོགས་རིག་པ། དེ་བཞིན་དུ་སེམས་ཁམས་རིག་པ་ལྟ་བུ་ཕལ་ཆེར་མིའི་འཚོ་བའི་གོ་རིམ་གྱི་ཆ་ཤས་མཐའ་དག་ནང་ལག་བསྟར་བྱས་ཡོད། དེ་ལྟར་གཞུང་ལུགས་དེ་རྣམས་མིའི་འཚོ་བའི་ཆ་ཤས་དུ་མའི་ནང་བཟང་ཕྱོགས་སུ་བཀོལ་སྤྱོད་བྱས་དང་བྱེད་བཞིན་པ་དང་འབྲེལ། མིའི་འཚོ་བར་དམིགས་པའི་སྣང་ཚུལ་གསར་པ་དང་ལྟ་ཕྱོགས་གསར་པ་མང་པོ་བསྐྲུན་པ་དང་དུས་མཚུངས་སུ། དུས་ནས་དུས་སུ་རིག་པ་དེ་རྣམས་གོ་བ་ལོག་སྤྱད་ཀྱིས་ཉེས་ཕྱོགས་སུ་སྤྱོད་པའང་མི་ཉུང་བ་བྱུང་དང་འབྱུང་བཞིན་ཡོད།

དེས་ན། མཛེས་སྡུག་ལྡན་པའི་འཕེལ་འགྱུར་གྱི་རིགས་པའི་གཞུང་ལུགས་ནས་འགོ་བརྩམས་ཏེ་སྐྱེ་དངོས་རིག་པའི་འགྲུལ་ལམ་ལ་བཞུད་དགོས་པའི་གལ་གནད་ནི་ད་ཆ་ཧ་ཅང་མངོན་གསལ་དོད་པོ་ཡིན།

ངོ་སྤྲོད་སློབ་དེབ་འདིར། སྐྱེ་དངོས་རིག་པའི་བལྟ་ཕྱོགས་གཞི་ལ་བཞག་སྟེ་འགོ་ཁུངས་རང་ནས་འགོ་འཛུགས་བྱེད་ལ། དེ་ཡང་འདི་ལྟར། ཅི་ཞིག་ལ་ཚེ་སྲོག་ཟེར་རམ། ག་གེ་མོ་ཞིག་སྲོག་ལྡན་གྱི་ངོ་བོར་སྐྱེས་པ་རྒྱུ་རྐྱེན་གང་གིས་བྱེད་དམ། ཚེ་སྲོག་གི་འགོ་ཇི་ལྟར་ཚུགས་སམ། ལྟ་བུ་ཡིན། འདིར་ཐོག་མར་འཕེལ་འགྱུར་རིག་པས་འགྲོས་རིམ་གྱི་རྣམ་པ་གང་དང་གང་གཞི་ལ་བཞག་ནས་ཚེ་སྲོག་གི་གོ་རིམ་སྒྲིག་ཚུལ་ལ་བསམ་གཞིག་བྱ་ལ། དེ་ནས་རྣམ་པ་དེ་རྣམས་དངོས་གནས་སུ་དུས་ཀྱི་རྒྱུན་ཐག་ནང་ཇི་ལྟར་བྱུང་བའི་ཚུལ་ལ་བརྟག་པ་བྱའོ། །དེ་བཞིན་དུ། དུས་ཀྱི་རྒྱུན་ཐག་ནང་འཚོ་སྡོད་བྱེད་པའི་སྐྱེ་ལྡན་རྣམས་ཇི་ལྟར་རྣམ་པ་གཅིག་ནས་གཞན་དུ་འཕོ་འགྱུར་བྱེད་དམ། **ཁོར་ཡུག་**སྟེ་སྐྱེ་ལྡན་རྣམས་གང་དུ་འཚོ་བའི་དུས་དང་ས་ཕྱོགས་དེ་དག་གིས་སྐྱེ་ལྡན་གྱི་འཚོ་གནས་ལ་ཕན་གནོད་ཇི་ལྟར་བྱེད་དམ། དེ་དག་གི་འགྱུར་བ་ལ་ཁ་ཕྱོགས་ཇི་ལྟར་གཏོད་དམ། ལྟ་བུའི་གནད་དོན་ལ་བསམ་གཞིག་བྱ་རྒྱུ་ཡིན།

We will look closely at matters of scale in space and time: how does evolution happen within one **species** (a set of related organisms) and how can this translate into new species and new characteristics? For example, how did humans evolve? From what species? How do very complex processes and organs, like eyes, evolve?

On this journey, as we explore the facts of biology, we will at the same time address some basic foundational questions of science: what is a theory? What is the scientific method? How do we design experiments to test theories and ideas? And we will suggest some experiments, like the one at the beginning of this book, that you can do yourself on your way to becoming a biologist and coming up with your own ideas and experiments to test those ideas.

We will point out and discover underlying principles of biology, many of which emerge from evolution. It is astonishing that Darwin and Wallace were able to develop their ideas of evolution (like any great ideas, theirs grew from the studies and ideas of many people before them, including Darwin's own grandfather, Erasmus) without much of the knowledge that has accrued in the years since *The Origin of Species* was published. Perhaps more astonishing is that all biology discovered in those 150 years (which amounts to the great majority of *all* our biological knowledge) is consistent with and supportive of the theory of evolution.

THEORIES AND TRUTH

Two theories are central to the biological question 'what is life?' These are **the cell theory** and the **theory of evolution**. So, perhaps, before we consider how to define life, we should have a clear understanding of what a **theory** means to a scientist.

In everyday English language, people use the word 'theory' interchangeably with the word 'idea'. For example, when my son tells me he thinks most people like to watch television because then they don't have to think or move much, I might say 'that's a good theory', meaning 'that's a good idea'.

In science, theory means something more. For scientists, a theory is an explanation for a set of observations or ideas that is put forward for testing. Most scientific theories outline a pattern in nature and then give an explanation for how that pattern operates or originated. Here's one example from Dobzhansky's article quoted from above. In talking about the theory (or, as he calls it, 'the **model**') of the universe that says the Earth rotates around the sun and not vice versa:

དེ་བཞིན་དུ་དུས་ཀྱི་རྒྱུན་ཐག་དང་ས་ཕྱོགས་ཀྱི་རྒྱ་ཁྱོན་དང་འབྲེལ་བའི་གནས་ཚུལ་ཏེ། སྐྱེ་ལྡན་གྱི་ཉེ་རིགས་གཅིག(རྣམ་པ་འབྲེལ་བའི་སྐྱེ་ལྡན་གྱི་ཚན་ཁག་)གི་ནང་ཁུལ་དུ་འཕེལ་འགྱུར་འབྱུང་ཚུལ་དང་། འཕེལ་འགྱུར་དེ་བརྒྱུད་ནས་སྐྱེ་ལྡན་གྱི་ཉེ་རིགས་གསར་པ་དང་ཁྱད་གཤིས་གསར་པ་ཇི་ལྟར་འཐོན་ཚུལ་བཅས་ལ་ང་ཚོས་ཞིབ་བསྡུ་བྱ་སྟེ། དཔེར་མཚོན་ན། མིའི་འགྲོ་བ་ཇི་ལྟར་འཕེལ་འགྱུར་བྱུང་ངམ། སྐྱེ་ལྡན་གང་ལས་འཕེལ་འགྱུར་བྱུས་སམ། མིག་ལྟ་བུའི་དབང་པོ་དང་དེའི་བྱེད་རིམ་རྙོག་འཛིང་ཆེ་བ་རྣམས་ཇི་ལྟར་འཕེལ་འགྱུར་བྱུང་ངམ། ལྟ་བུའོ།།

འགྲིམ་འགྲུལ་གྱི་གཞུང་ལམ་འདིར་བཞུད་རིང་ང་ཚོས་སྐྱེ་དངོས་རིག་པའི་དོན་གནད་རྣམས་ལ་ཞིབ་ལྟ་བྱེད་པ་དང་མཉམ་དུ། ཚན་རིག་དང་འབྲེལ་བའི་གཞི་རིམ་གྱི་དྲི་བ་ཁག་ལ་ལན་འདེབས་བྱ་རྒྱུར་ཡང་འབད་བརྩོན་བྱ་ལ། དེ་ཡང་དྲི་བ་འདི་ལྟར། རིགས་པའི་གཞུང་ལུགས་ཞེས་པ་གང་ལ་ཟེར་རམ། ཇི་འདྲ་ཞིག་ལ་ཚན་རིག་གི་ཐབས་ལམ་ཟེར་རམ། རིགས་པའི་གཞུང་ལུགས་དང་རིག་པ་རྣམས་བདེན་མིན་བཤེར་བའི་བརྟག་དཔྱད་ཀྱི་བཀོད་པ་ཇི་ལྟར་གསོམ་དགོས་སམ། ལྟ་བུའོ། །དེ་བཞིན་དུ་ཁྱོད་རྣམས་ཀྱིས་རང་འགྲུལ་གྱི་ལམ་ནས་བརྟག་དཔྱད་བྱས་པ་བརྒྱུད་ད་གཟོད་རང་ཉིད་སྐྱེ་ལྡན་རིག་པ་བ་ཞིག་ཏུ་འགྱུར་ཐུབ་པ་དང་། རང་གིས་བརྗོད་པའི་རིག་པ་རྣམས་དག་བཤེར་བྱེད་ཚུལ་གྱི་བསམ་གཞི་དང་བྱེད་ཐབས་ཀྱི་བརྟག་དཔྱད་རིམ་པ་འདོན་ཐུབ་པ་འབྱུང་བའི་ཆེད་དུ། སློབ་དེབ་འདིའི་འགོ་སྟོད་དུ་བཀོད་པ་དང་ཆ་འདྲ་བར་ང་ཚོས་བར་བར་དུ་ཁྱོད་རྣམས་ཀྱི་མདུན་སྣར་བརྟག་དཔྱད་བྱ་ཡུལ་གྱི་གྲིབ་གཞིའང་གདོན་རྒྱུ་ཡིན།

མ་ཟད་ང་ཚོས་སྐྱེ་དངོས་རིག་པའི་གཞི་རྟེན་དུ་གྱུར་པའི་རིགས་པའི་གཞུང་ལུགས་དེ་དག་མཐོང་སྟོན་དང་འཚོལ་བསྡུ་བྱ་རྒྱུ་ཡིན་ཞིང་། དེ་དག་ལས་མང་པོ་ཞིག་འཕེལ་འགྱུར་གྱི་རིག་པ་ལས་ཐོན་ལ། (རིག་པ་ཆེན་པོ་གཞན་ཀུན་དང་མཚུངས་པར་ཌར་ཝིན་དང་ཝེ་ལེསི་གཉིས་ཀྱིས་བརྗོད་པའི་འཕེལ་འགྱུར་གྱི་རིག་པ་རྣམས་ཀྱང་ཌར་ཝིན་ཉིད་ཀྱི་ཨེས་ཡོ་ཨི་རེསི་མེསི་ཐེ་བའི་སྔོན་བྱོན་སྐྱེ་བོ་དག་གི་ཞིབ་འཇུག་དང་རིག་པ་ལས་མཆེད་པ་ཡིན།) དེ་ལྟར་ནང་*"སྐྱེ་ལྡན་ཉེ་རིགས་དག་གི་འབྱུང་ཁུངས་"*དཔར་དུ་བསྐྲུན་པ་ཚུན་ཆད་ནས་ད་བར་ཐོབ་པའི་ཤེས་བྱ་འདི་ཀུན་སྐབས་དེར་མེད་བཞིན་དུ་འཕེལ་འགྱུར་གྱི་རིག་པ་དེ་འདྲ་བརྗོད་ཐུབ་པ་ནི་ངོ་མཚར་ཆེ་བའི་གནས་ཤིག་ཡིན། ཕལ་ཆེར་དེ་བས་ཀྱང་ངོ་མཚར་ཆེ་བ་ཞིག་ནི། ལོ་ངོ་ཕྱེད་དང་ཉིས་བརྒྱ་པོ་དེའི་རིང་གསར་དུ་རྙེད་པའི་སྐྱེ་དངོས་རིག་པ་གི་ཤེས་བྱ་ཀུན་(འདིས་ད་བར་རྙེད་པའི་སྐྱེ་དངོས་རིག་པ་དང་འབྲེལ་བའི་ཤེས་བྱའི་ཆ་ཕལ་མོ་ཆེ་བསྡུས་པ་ཡིན་)འཕེལ་འགྱུར་གྱི་རིགས་པའི་གཞུང་ལུགས་དེ་དག་དང་མཐུན་ཞིང་། གཞུང་ལུགས་དེ་དག་ལ་ཡར་འདེགས་བྱེད་པ་ཞེ་ཅིག་ཏུ་གྱུར་པ་དེ་ཡིན།།

རིགས་པའི་གཞུང་ལུགས་དང་བདེན་དོན།

"ཅི་ཞིག་ལ་ཚེ་སྲོག་ཟེར་རམ།" ཞེས་པའི་སྐྱེ་དངོས་རིག་པའི་དྲི་བ་དེ་དང་འབྲེལ་བའི་རིགས་པའི་གཞུང་ལུགས་གནད་ཆེ་བ་གཉིས་ཡོད། དེ་དག་ནི་**ཕྲ་ཕུང་གི་རིགས་པའི་གཞུང་ལུགས**་དང་། **འཕེལ་འགྱུར་གྱི་རིགས་པའི་གཞུང་ལུགས**་བཅས་ཡིན། དེས་ན། "ཅི་ཞིག་ལ་ཚེ་སྲོག་ཟེར་རམ"ཞེས་པ་གསལ་འགྲེལ་མ་བྱས་པའི་གོང་དུ་ང་ཚོས་ཚན་རིག་པ་ཞིག་གི་ངོར་**རིགས་པའི་གཞུང་ལུགས**་ཟེར་བ་ག་འདྲ་ཞིག་ལ་བཟུང་བའི་གོ་དོན་གསལ་པོ་ཞིག་ལོན་དགོས།

ཉིན་རེའི་འཚོ་བའི་ཁྲོད་ཀྱི་དབྱིན་སྐད་ནང་། མི་ཚོས་"རིགས་པའི་གཞུང་ལུགས་"དང་"རིག་"པ་གཉིས་ཕན་ཚུན་བརྗེ་རུང་བའི་ཚུལ་དུ་བཀོལ་སྤྱོད་བྱེད་ཀྱིན་ཡོད། དཔེར་ན། ངའི་བུས་ང་ལ། "ངའི་བསམ་པར་མི་ཕལ་མོ་ཆེས་གཟུགས་མཐོང་ཀློང་འཕྲིན་བལྟ་རྒྱུར་དགའ་ཞེན་བྱེད་པ་དེ་ནི་ཁོང་ཚོ་བསམ་བློ་གཏོང་མི་སྙིང་པ་དང་འགྲུལ་བསྐྱོད་གཏོང་མི་སྙིང་པའི་དབང་གིས་རེད།"ཅེས་བཤད་ན། དེའི་ལན་དུ་ངས། "དེ་ནི་གཞུང་ལུགས་ལེགས་པོ་ཞིག་རེད།"ཅེས་བརྗོད་སྲིད། དེའི་གོ་དོན་ནི། "དེ་རིག་པ་ལེགས་པོ་ཞིག་རེད།"ཅེས་པ་ཡིན།

འོན་ཀྱང་ཚན་རིག་ནང་"རིགས་པའི་གཞུང་ལུགས་"ཞེས་པར་གོ་དོན་ལྕག་པོ་ཞིག་ཡོད། རིགས་པའི་གཞུང་ལུགས་ཞེས་པ་ནི་རིག་པའམ་མཐོང་ཆོས་ཀྱི་དངོས་པོ་དུ་མ་ལ་དམིགས་པའི་འགྲེལ་བརྗོད་གང་ཞིག་ད་གཟོད་དངོས་བཤེར་བརྡར་ཤ་གཅོད་པའི་གཞིར་འཇིར་བ་ཞིག་ལ་ཟེར་བ་ཡིན། ཚན་རིག་གི་རིགས་པའི་གཞུང་ལུགས་ཕལ་མོ་ཆེས་ཐོག་མར་རང་བྱུང་ཁམས་ཀྱི་གཞི་རྩའི་འབྱུང་འགྲོས་ཤིག་ངོས་བཟུང་ནས། དེ་ནས་འགྲོས་དེའི་ལས་ཚུལ་ལམ། ཡང་ན་དེའི་འབྱུང་ཚུལ་འགྲེལ་བཤད་བྱེད་ཀྱི་ཡོད། དེ་ཡང་གོང་དུ་ལུང་འདྲེན་བྱས་པའི་སྐུ་ཞབས་ཧོབ་ཞན་སི་ཀི་ཡི་ཚོམ་ཡིག་ལས་དཔེ་མཚོན་ཞིག་ཞུ་ན་འདི་ལྟར། སའི་གོ་ལས་ཉི་མར་སྐོར་བ་རྒྱག་པ་ལས། ཉི་མ་སར་སྐོར་བ་མི་རྒྱག་པར་བཟུང་བའི་འཛིག་རྟེན་ཁམས་དང་འབྲེལ་བའི་རིགས་པའི་གཞུང་ལུགས་(སམ་ཡང་ན་ཁོང་གིས་བཏགས་པའི་ཐ་སྙད་ལྟར་ན་"**དཔེ་སྟོན**་")དེ་དང་འབྲེལ་ནས་ཁོང་གིས།

. . scientists accept the model as an accurate representation of reality. Why? *Because it makes sense of a multitude of facts which are otherwise meaningless or extravagant* [emphasis added]. To non-specialists most of these facts are unfamiliar. Why then do we accept the "mere theory" that the earth is a sphere revolving around a spherical sun? Are we simply submitting to authority? Not quite: we know that those who took the time to study the evidence found it convincing.

This is important: for a scientific theory to hold up, to remain 'true', it must stand up to all challenges. That is, any new information or new tests of old information must be consistent with the theory. Otherwise, the theory either has to be changed to accommodate the new information or thrown out altogether. Any predictions the theory makes or implies must also be true. Predictions are testable ideas that follow from the theory. That's right: in science there is truth, but it is not absolute. The truth is only as good as the evidence for it. Evidence changes with new discoveries, the development of new technologies, and new ways of thinking. His Holiness the Dalai Lama makes a powerful statement along these lines about the nature of scientific knowledge in relation to Buddhism. He says in *The Universe in a Single Atom*: "If scientific analysis were conclusively to demonstrate certain claims in Buddhism to be false, then we must accept the findings of science and abandon those claims." This is a very scientific statement to make!

WHAT IS LIFE?

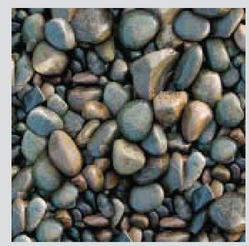
Now, let's consider the question: what is life? A typical list of the characteristics of a living organism include the ability to:

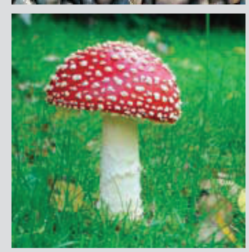
- reproduce;
- respond to changes in the surroundings;
- take in nutrients, convert them into energy, and produce waste;
- maintain biological balance and order within itself and with its surroundings;
- grow and develop.

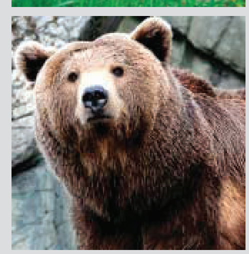
Most things we consider living satisfy these criteria. Some things, like viruses, don't quite fit into either the living or non-living category. Viruses cause many of the diseases we experience; they are involved in many flus and cancers, for example. They can reproduce and respond to their environments and grow and develop in a way, but they are unable to do any of these things without help from the organisms they have infected. The organisms viruses infect, called hosts, provide the energy and much of the materials viruses need to survive. Thus, viruses are a kind of **parasite** (Figure 1).

YOUR TURN: LIVING VS. NON-LIVING

What makes something living as opposed to not-living? Come up with your own list of explanations.







"ཚན་རིག་པ་རྣམས་ཀྱིས་དཔེ་སྟོན་དེ་བདེན་དོན་གསལ་བའི་མཚོན་དོན་མ་འབྲེལ་བ་ཞིག་ཏུ་ངོས་ལེན་བྱེད་ཀྱི་ཡོད། རྒྱུ་མཚན་གང་གིས་ཤེ་ན། ངེས་དངོས་ཡོད་ཀྱི་བྱུང་བ་མང་དག་ཅིག་ལ་དོན་ལྡན་གྱི་འགྲེལ་བཤད་བྱེད་ལ། དེ་ལ་མ་བརྟེན་པར་ནི་དེ་ཀུན་གནས་ལུགས་མེད་པའམ། བྱུང་རྒྱལ་འབབ་ཞིག་ཏུ་ཟད་པར་འགྱུར། ཡང་དངོས་དོན་གྱི་བྱུང་བ་འདི་འདྲ་མང་པོ་ཞིག་སྐྱེ་བོ་ཕལ་པས་རྒྱུས་ལོན་བྱེད་མི་ཐུབ། དེས་ན་ཟླུམ་གཟུགས་ཅན་གྱི་ཉི་མའི་དཀྱིལ་འཁོར་ལ་སའི་གོ་ལ་ཟླུམ་པོ་དེས་གཞན་འཁོར་རྒྱུག་ཚུལ་གྱི་"རིགས་པའི་གཞུང་ལུགས་ཙམ་"དེ་ང་ཚོས་ཅིའི་ཕྱིར་ངོས་ལེན་བྱེད་དམ། ང་ཚོ་གཞན་གྱི་ཟེར་འགྲོས་ཙམ་གྱི་རྗེས་སུ་འབྲང་གི་ཡོད་པ་མིན་ནམ་ཞེ་ན། དེ་འདྲ་མིན། གནད་དོན་འདིའི་བདེན་རྟགས་རྣམས་ལ་དུས་ཡུན་བསྲིངས་ཏེ་དབྱེ་ཞིབ་བྱེད་མཁན་དག་ལ་ཚུལ་འདི་འཐད་ཕྱོགས་སུ་སྣང་བའི་རྒྱུ་མཚན་གྱིས་ཡིན།"ཞེས་གསུངས་པ་རེད།

དེས་ན་ཚན་རིག་གི་རིགས་པའི་གཞུང་ལུགས་གང་ཞིག་བདེན་དོན་འཕེར་ངེས་སུ་གྱུར་པར་འབྲེལ་ཡོད་ཀྱི་སླན་ཀ་ཀུན་ལ་གདོང་ལེན་བྱེད་ཐུབ་པ་དགོས་པ་གལ་ཆེ། དེའི་གོ་དོན་ནི། རིགས་པའི་གཞུང་ལུགས་ཅི་འདྲ་ཞིག་ཡིན་རུང་། དེང་སྐབས་གསར་དུ་ཐོབ་པའི་གནས་ཚུལ་ལམ། ཡང་ན་གནའ་བོའི་གནས་ཚུལ་ཡིན་ཡང་དེ་ལ་བརྟེན་པའི་ཞིབ་བཤེར་གསར་པ་ཀུན་དང་འགལ་མེད་གྲོགས་སུ་གྱུར་པ་ཞིག་དགོས། དེ་ལྟར་མ་གྱུར་ཚེ་བྱ་ཐབས་གཞན་གཉིས་ལས་མེད་པ་ཡིན་ཏེ། ཡང་ན་གསར་དུ་རྙེད་པའི་གནས་ཚུལ་དེ་དག་དང་ལེན་བྱས་ཏེ་སྔར་གྱི་རིགས་པའི་གཞུང་ལུགས་དེར་བཅོས་སྒྱུར་གཏོང་དགོས། དེ་མིན་ན་སྔར་གྱི་རིགས་པའི་གཞུང་ལུགས་དེ་ཉིད་ཐད་དེ་བསྒྱུར་དགོས་པ་དེ་ཡིན། དེ་བཞིན་དུ་རིགས་པའི་གཞུང་ལུགས་དེས་དངོས་ཤུགས་གང་རུང་དུ་བསྟན་པའི་སྟོན་དཔག་རྣམས་ཀྱང་དྲང་ཚུགས་ལྡན་པ་དགོས། དེ་ཡང་རིགས་པའི་གཞུང་ལུགས་སོ་སོ་ནས་ཐོན་པའི་མ་འོངས་སྔོན་དཔག་རྣམས་ཀྱང་དངོས་བརྟག་ཞིབ་བཤེར་འཕེར་བའི་རིག་པ་ཞེ་ཅིག་ཡིན། ཡང་ཚན་རིག་ལ་བདེན་པ་ཡོད་ཀྱང་། བདེན་པ་དེ་རྣམས་ཐེར་ཟུག་ཏུ་གྲུབ་པ་མིན་ཞེས་པ་འདི་བདེན་པ་ཡིན་ཏེ། བདེན་པ་ནི་ཇི་སྲིད་དུ་སྒྲུབ་བྱེད་དཔང་རྟགས་ཀྱིས་ཐེགས་པ་དེ་སྲིད་དུ་བདེན་པ་ཡིན་པའི་ཕྱིར་དང་། བསམ་བློའི་འཕྲེར་བཟོ་གསར་པ་དང་། འཕྲུལ་འཁོར་ཡོ་བྱད་གསར་བསྐྲུན། ཤེས་བྱ་གསར་རྙེད་བཅས་འབྱུང་རིམ་བཞིན་དུ་སྒྲུབ་བྱེད་དཔང་རྟགས་ཀྱང་རང་སོར་མི་གནས་པར་འགྱུར་འགྲོ་བ་ཡིན། གནད་དོན་འདི་དང་འབྲེལ་ནས་༸གོང་ས་༸སྐྱབས་མགོན་ཏཱ་ལའི་བླ་མ་མཆོག་ནས་ཚན་རིག་གི་ཤེས་བྱ་དང་ནང་ཆོས་དབར་གྱི་འབྲེལ་བའི་རང་བཞིན་སྐོར་ལ་དོན་སྙིང་ལྡན་པའི་གསུང་འཕྲིན་ཞིག་བསྩལ་ཡོད། ཁོང་གིས"རྡུལ་གཅིག་སྟེང་གི་འཇིག་རྟེན་གྱི་ཁམས" ཞེས་པའི་རང་གི་ཕྱག་དེབ་དེའི་ནང་། "གལ་ཏེ་ཚན་རིག་གིས་ཞིབ་འཇུག་གི་ལམ་ནས་ནང་པ་སངས་རྒྱས་པའི་ཁས་ལེན་ངེས་ཅན་འགའ་ཞིག་བརྫུན་པ་ཡིན་པར་ཁུངས་སྐྱེལ་ར་སྤྲོད་ཐུ་ཐག་ཆོད་པ་བྱུས་ཆེ། ང་ཚོས་ཀྱང་ཁས་ལེན་དེ་དག་དོར་ནས་ཚན་རིག་གི་རྙེད་དོན་དེ་ངེས་པར་དུ་ཁས་བླང་དགོས་པ་ཡིན།" ཞེས་གསུངས་ཡོད། འདི་ནི་ཚན་རིག་དང་ཧ་ཅང་མཐུན་འགྲིག་ཆེ་བའི་གསུང་མོལ་ཞིག་རེད།

ཅི་ཞིག་ལ་ཚེ་སྲོག་ཟེར་རམ།

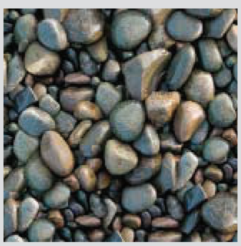
ང་ཚོས"ཅི་ཞིག་ལ་ཚེ་སྲོག་ཟེར་རམ།"ཞེས་པའི་དྲི་བ་དེར་བསམ་གཞིག་བྱེད་ལ། སྐྱེ་ལྡན་གསོན་པོ་ཞིག་གི་ཁྱད་གཤིས་བགྲངས་པའི་ཐོ་གཞུང་ཚད་ལྡན་ཞིག་ལ་གཞམ་གསལ་གྱི་བྱེད་ནུས་རྣམས་ཚང་ཡོད།

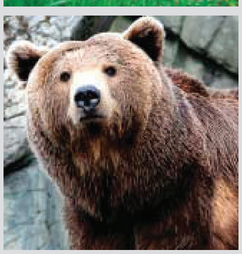
- རིགས་རྒྱུད་སྐྱེད་སྤེལ་བྱེད་པ།
- མཐའ་འཁོར་གྱི་འགྱུར་བར་ཡ་ལན་སྤྲོད་པ།
- བཅུད་རྫས་ནང་དུ་བླངས་ནས་ནུས་པའི་ངོ་བོར་བསྒྱུར་ཏེ་སྙིགས་རོ་ཕྱིར་འདོར་བ།
- ལུས་ཀྱི་ནང་དང་ཕྱིའི་མཐའ་འཁོར་གཉི་གར་འབྱུང་ཁམས་སྙོམ་སྒྲིག་གི་གནས་བབ་ཉར་སྲུང་བྱེད་པ།
- སྐྱེ་འཚར་དང་ཡར་འཕེལ་བྱེད་པ། བཅས་ཡིན།

ང་ཚོས་སྲོག་ལྡན་དུ་བརྩིས་པའི་དངོས་པོ་ཕལ་ཆེ་བར་གོང་གསལ་གྱི་ཁྱད་ཆོས་རྣམས་ལྡན་ཡོད། ནད་དུག་ལྦུ་བུའི་དངོས་པོ་འགའ་ཞིག་སྲོག་ལྡན་སྲོག་མེད་ཀྱི་སྡེ་ཚན་གཉིས་གར་མི་གཏོགས་པ་ཡིན། ནད་དུག་གིས་ང་ཚོས་རྒྱུན་དུ་མྱོང་བའི་ནད་རིགས་མང་པོ་སྐྱེད་ཀྱི་ཡོད། དཔེར་ན། ཆམ་ཚད་དང་སྐྲན་ནད་ཀྱི་རིགས་མང་པོ་ཞིག་ལ་ནད་དུག་གི་བྱེད་ནུས་ཐེབས་ཡོད། བལྟ་ཕྱོགས་གཞན་ཞིག་ནས་བྱས་ན། ནད་དུག་ཅིག་ལ་རིགས་རྒྱུད་སྤེལ་བའི་བྱེད་ནུས་དང་། རང་གི་ཁོར་ཡུག་ལ་ཡ་ལན་སྤྲོད་པའི་བྱེད་ནུས། དེ་བཞིན་དུ་སྐྱེ་འཚར་དང་ཡར་འཕེལ་བྱེད་པའི་ནུས་པ་ལྡན་ཡོད། འོན་ཀྱང་རང་གིས་གཉན་ཁ་འཛུགས་སའི་སྐྱེ་ལྡན་གྱི་དངོས་པོའི་རམ་འདེགས་མེད་པར་ནད་དུག་གིས་གོང་གསལ་བྱེད་ལས་གང་ལ་ཡང་ཞུགས་མི་ཐུབ། ནད་དུག་གིས་གཉན་ཁ་འཛུགས་སའི་སྐྱེ་ལྡན་ཏེ། "གནས་ཚང་"དུ་འབོད་པ་དེ་དག་གིས་ནད་དུག་དེ་དག་གི་འཚོ་སྲོད་ལ་མཁོ་བའི་ནུས་པ་དང་གཞན་ཡང་དངོས་རྫས་མང་པོ་མཁོ་འདོན་བྱེད་ཀྱི་ཡོད། དེ་བས་ན་ནད་དུག་རྣམས་གཞན་འཚོས་སྐྱེ་ལྡན་གྱི་རིགས་ཤིག་ཡིན། (དཔེ་རིས་ ༡)

ཁྲོད་ཀྱི་རེས་མོས།
སྲོག་ལྡན་དང་སྲོག་ལྡན་མ་ཡིན་པ།

གག་གེ་མོ་ཞིག་སྲོག་མེད་ཀྱི་དངོས་པོ་ལས་གཞན་སྲོག་ལྡན་ཞིག་ཏུ་བྱས་པའི་བྱེད་ཆོས་དེ་གང་ཞིག་ཡིན་ནམ། རང་གི་བསམ་ཚུལ་གཞིར་བྱས་ཏེ་རྒྱུ་མཚན་རྣམས་རིམ་པར་ཁོད།





THE CELL AND CELL THEORY

The smallest and most basic unit of life that satisfies all the requirements of 'living' is called the **cell**. This fact arose from work that established the cell theory. The two basic tenets of the cell theory are: (1) all living things are made of cells and (2) all cells come from other cells.

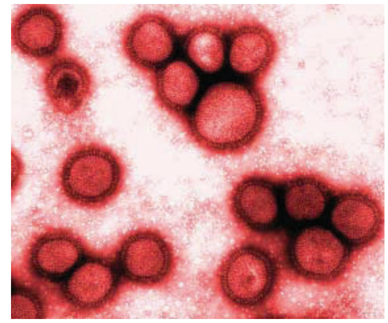


Figure 1: The Influenza virus. Viruses are parasitic in nature. They enter a cell and utilize its machinery to create new viruses. Outside of host cells, viruses exist but cannot copy themselves.

Like many new ideas in biology, the cell theory grew from breakthroughs in technology—in this case the first **microscopes**. Using a microscope in 1665, Robert Hooke viewed oak bark at 30-fold magnification and saw small compartments in the cork of the bark. Hooke called the compartments (what he actually saw were plant cell walls) 'cells' because they reminded him of the cells in a monastery, the rooms monks and nuns live in (Figure 2).

Soon after Hooke discovered cells, the Dutchman Anton van Leeuwenhoek was the first, using his much more high-powered micro
scopes, to observe living single-celled organisms.

Over the next 150 years, scientists did enough experiments and made enough observations to convince themselves that all organisms—from the extremely tiny bacteria to massive trees—are composed of cells. This part of the cell theory has held true to this day.

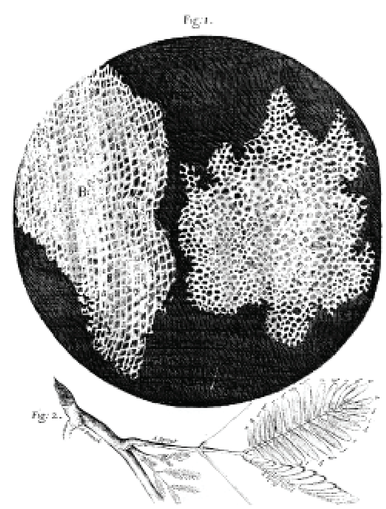


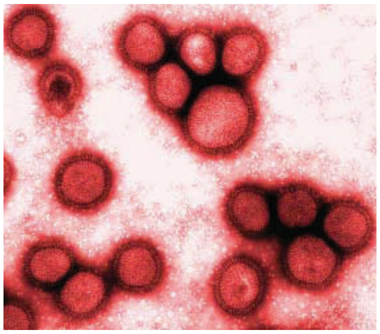
Figure 2: Hooke's observation of plant cells. Robert Hooke used a simple microscope to view compartments of bark. He called these compartments 'cells.'

The second part of the cell theory claims that all cells arise from other cells. This part of the theory faced several alternative theories including the **theory of spontaneous generation**, which postulates that life can quickly and easily arise from non-living materials.

This is what scientists do. They develop a theory and from that theory come up with a hypothesis to test. From the hypothesis, **testable predictions** are made, predictions that can be addressed by experiments. The famous scientist Louis Pasteur came up with a test that disproved spontaneous generation.

In Pasteur's experiment that disproved spontaneous generation, he grew bacteria in media in a flask and then boiled the flask, killing everything in it (Figure 3). Nothing was able to grow from the dead bacteria once the flask was returned to normal room temperature, no life came from the non-living material. But, bacteria that Pasteur moved before boiling the flask to a protected side compartment of the flask that did not heat up, *were* able to grow when the flask was returned to normal room temperature after it was boiled. Similarly, when Pasteur broke the sealed flask in which all had been killed and

ཕྲ་ཕུང་དང་། ཕྲ་ཕུང་གི་རིགས་པའི་གཞུང་ལུགས།



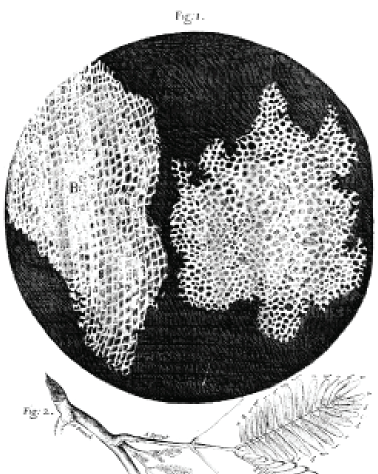
དཔེ་རིས། ༡

ཚད་རིམས་སྣོང་བའི་དུག་སྲིན།

དུག་སྲིན་ནི་གཞན་འཚོས་སྐྱེ་ལྡན་གྱི་རིགས་ཤིག་ཡིན། དེ་ཕྲ་ཕུང་ཞིག་གི་ལུས་པོའི་ནང་ཞུགས་ནས་དེའི་ནང་ཁྲོལ་ལ་སྤྱད་པའི་སྒོ་ནས་དུག་སྲིན་གསར་པ་གཞན་སྐྱེད་སྤེལ་བྱེད་ལ། རང་གི་གནས་ཚང་ཕྲ་ཕུང་གི་ཕྱི་རོལ་ཏུ་གྱུར་ཆེ་དུག་སྲིན་འདི་དག་འཚོ་གནས་བྱེད་ཐུབ་ཀྱང་རྒྱུད་སྤེལ་བྱེད་མི་ཐུབ།

སྲོག་ལྡན་ཞིག་ལ་ཚང་དགོས་པའི་ཁྱད་ཆོས་ཀུན་འཛོམས་པའི་ཚེ་སྲོག་གི་ཆེས་མཐར་ཐུག་གི་ལུས་རྟེན་ཆུང་ཤོས་དེ་ལ་ཕྲ་ཕུང་ཟེར་བ་རེད། དོན་གནད་འདི་ནི་ཕྲ་ཕུང་གི་རིགས་པའི་གཞུང་ལུགས་གཏན་ལ་ཕབ་པའི་བྱེད་རིམ་ལས་ར་སྤྲོད་བྱུང་བ་ཞིག་ཡིན། ཕྲ་ཕུང་གི་རིགས་པའི་གཞུང་ལུགས་དེར་རྩ་བའི་ཁས་ལེན་གཉིས་ཡོད། དེ་དག་ནི། (༡) སྲོག་ལྡན་ཀུན་ཕྲ་ཕུང་ལས་གྲུབ་པ་དང་། (༢) ཕྲ་ཕུང་ཀུན་ཕྲ་ཕུང་གཞན་ལས་བྱུང་བ་བཅས་ཡིན།

སྐྱེ་དངོས་རིག་པའི་རིག་པ་གསར་པ་ཕལ་མོ་ཆེ་དང་འདྲ་བར། ཕྲ་ཕུང་གི་རིགས་པའི་གཞུང་ལུགས་འདི་ཡང་ཐོག་མར་ལག་རྩལ་འཕྲུལ་ཆས་ཀྱི་མདུན་མཚོང་ཆེན་མོ་ལས་ཐོན་པ་ཞིག་སྟེ། འདིར་དེ་འདྲའི་མདུན་མཚོང་ནི་ཕྲ་མཐོང་ཆེ་ཤེལ་དང་པོ་དེ་ཡིན། ཕྲ་མཐོང་ཆེ་ཤེལ་ཞིག་སྤྱད་པའི་སྒོ་ནས་སྐུ་ཞབས་རོ་སྦརར་ཊེ་ཧུག་གྱིས་སྤྱི་ལོ་ ༡༦༦༥ ལོར་བེ་དོའི་ཤིང་གི་ཤིང་སྐོགས་ཀྱི་ཕྱི་ཤུན་ལ་ལྟབ་འགྱུར་སུམ་ཅུའི་ཆེ་རིམ་ནས་བལྟས་པས་ཤིང་སྐོགས་ཀྱི་ཕྱི་ཤུན་སྟེང་དུ་ཁོང་གིས་ཁུང་ཁག་ཆུང་ཆུང་མང་པོ་མཐོང་ལ། ཁོང་གིས་ཁུང་ཁག་དེ་དག་(དོན་དངོས་ལ་ཁོང་གིས་མཐོང་བ་དེ་ཚེ་རྩི་ཤིང་གི་ཕྲ་ཕུང་ཕྱི་ཤུན་ཡིན་པ་རེད།)ལ་ཕྲ་ཕུང་ཞེས་མིང་བཏགས་ཡོད། དེའི་རྒྱུ་མཚན་ནི་དེ་དག་གིས་ཁོང་ལ་དགོན་པའི་ནང་གི་གྲྭ་བཙུན་ཚོའི་སྡོད་གནས་ཤག་མིག་ཆུང་ཆུང་དག་གི་འཆར་སྣང་བྱིན་པས་རེད། (དཔེ་རིས་ ༢)



དཔེ་རིས། ༢

ཧུག་གྱིས་ལྟ་ཞིབ་བྱེད་སའི་རྩི་ཤིང་ཕྲ་ཕུང་།

རོ་སྦརར་ཊེ་ཧུག་གྱིས་ཕྲ་མཐོང་ཆེ་ཤེལ་སྣབས་བདེ་ཞིག་སྤྱད་དེ་ཤིང་ཤུན་སྟེང་གི་ཁུང་ཁག་དག་ལ་ཞིབ་ལྟ་བྱས། ཁོང་གིས་ཁུང་ཁག་འདི་དག་ལ་"ཕྲ་ཕུང་"ཞེས་པའི་མིང་བཏགས།

རོ་སྦརར་ཊེ་ཧུག་ལ་ཕྲ་ཕུང་རྙེད་ནས་མི་རིང་བའི་རྗེས་ཏ་ཙ་མི་རིགས་ཀྱི་སྐུ་ཞབས་ཨེན་ཏོན་ཕོན་ལེ་ཕེན་ཧོག་གྱིས་སྔར་ལས་ནུས་པ་ལྷག་པའི་ཕྲ་མཐོང་ཆེ་ཤེལ་སྤྱད་པ་བརྒྱུད་ཕྲ་ཕུང་རྐྱང་པའི་སྐྱེ་ལྡན་གསོན་པོ་ལ་ལྟ་ཞིབ་བྱས་ཡོད།

དེ་རྫུན་ཚད་ལོ་ངོ་ཕྱེད་དང་ཉིས་བརྒྱའི་རིང་ཚན་རིག་པ་རྣམས་ཀྱིས་བརྟག་དཔྱད་དང་ལྟ་ཞིབ་མི་ཞུང་བ་བྱས་པ་བརྒྱུད། ཆེས་ཤིན་ཏུ་ཆུང་བའི་འབུ་ཕྲ་ནས་ཆེས་ཆེ་བའི་ཤིང་སྡོང་བར་གྱི་སྐྱེ་ལྡན་ཐམས་ཅད་ཕྲ་ཕུང་གིས་གྲུབ་པར་ཡིད་ཆེས་བྱེད་ཀྱིན་ཡོད། ཕྲ་ཕུང་གི་རིགས་པའི་གཞུང་ལུགས་ཀྱི་ཁས་ལེན་འདིར་ད་བར་སུན་འབྱིན་གྱི་གནོད་པ་གང་ཡང་འཕྲད་མེད།

ཕྲ་ཕུང་གི་རིགས་པའི་གཞུང་ལུགས་ཀྱི་ཁས་ལེན་གཉིས་པ་ལྟར་བྱས་ན། ཕྲ་ཕུང་ཀུན་ཕྲ་ཕུང་གཞན་ལས་འགྲུབ་ཀྱི་ཡོད། གཞུང་ལུགས་ཀྱི་ཆ་འདིར་འགྲན་རྫོད་བྱེད་པའི་གཞུང་ལུགས་གཞན་དག་སྣ་ཚོགས་འདོན་སྤེལ་བྱས་ཡོད་ལ། དེའི་ཁྲོད་ཀྱི་གཅིག་ནི་ཐོལ་བྱུང་དུ་སྐྱེས་པར་འདོད་པའི་རིགས་པའི་གཞུང་ལུགས་དེ་ཡིན། གཞུང་ལུགས་དེའི་དབང་དུ་བྱས་ན་ཚེ་སྲོག་ནི་སྲོག་མེད་ཀྱི་དངོས་རྫས་དག་ལས་བྱུང་སྐབས་བདེ་ལ་འགོར་ཡུན་ཐུང་ངུའི་ནང་གློ་བུར་དུ་འཐོན་གྱི་ཡོད་པ་རེད།

རྒྱུན་དུ་ཚན་རིག་པ་ཞིག་གི་བྱེད་སྟངས་ཇི་འདྲ་ཡིན་ནམ་སྙམ་ན། ཁོང་ཚོས་ཐོག་མར་རིགས་པའི་གཞུང་ལུགས་ཤིག་འདོན་ལ། དེ་རྗེས་གཞུང་ལུགས་དེ་གཞི་ལ་བཞག་སྟེ་རང་གི་བསམ་ཚོད་ཀྱི་ཆ་བཞག་ཅིག་བཏོན་ནས་དེའི་སྟེང་དུ་དངོས་བཤེར་བརྟག་དཔྱད་བྱེད་དུ་འཇུག་གི་ཡོད། དེ་ཡང་བསམ་ཚོད་ཀྱི་ཆ་བཞག་དེ་གཞི་ལ་བཞག་ནས་དངོས་བཤེར་འཕེར་བའི་སྔོན་དཔག་སྟེ། བརྟག་དཔྱད་ཀྱི་ལམ་ནས་བདེན་རྫུན་བཤེར་ཉུང་བའི་སྔོན་དཔག་ཁག་ཅིག་འདོན་གྱི་ཡོད། སྔོན་གྲགས་ཅན་གྱི་ཚན་རིག་པ་སྐུ་ཞབས་ལུ་ཡི་པསི་ཊེར་གྱིས་དངོས་བཤེར་བརྟག་དཔྱད་ཀྱི་ལམ་ནས་གོང་གི་ཐོལ་བྱུང་སྐྱེད་སྤེལ་གྱི་འདོད་ཚུལ་དེ་མི་འཐད་པར་བསྒྲུབས་པ་རེད།

དེ་ཡང་ཐོལ་བྱུང་སྐྱེད་སྤེལ་གྱི་འདོད་ཚུལ་དེ་མི་འཐད་པར་བསྒྲུབས་པའི་དངོས་བཤེར་བརྟག་དཔྱད་ཀྱི་བྱེད་རིམ་དེའི་ནང་། སྐུ་ཞབས་པསི་ཊེར་གྱིས་ཐོག་མར་སྣོད་དམ་ཞིག་གི་ནང་གཤེར་ཁུ་ཞིག་ཏུ་འབུ་ཕྲ་སྐྱེ་ཏུ་བཅུག་ལ། དེ་ནས་སྣོད་དམ་ནང་གི་གཤེར་ཁུ་བསྐོལ་ཏེ་དེའི་ནང་གི་སྲོག་ལྡན་ཀུན་ཤི་ རུ་བཅུག (དཔེ་རིས་ ༣) དེ་རྗེས་སྣོད་དམ་དེ་གྲང་སངས་བཏང་སྟེ་རྒྱུན་ལྡན་གྱི་དྲོད་ཚད་བར་སླེབས་སུ་བཅུག་པ་ན། དེའི་ནང་གི་འབུ་ཕྲ་ཤི་རོའི་གཞི་དེ་ལས་དངོས་པོ་གང་ཡང་སླར་སྐྱེ་འཕེལ་བྱུང་མེད། དེ་ལྟར་ན་སྲོག་མེད་ཀྱི་དངོས་རྫས་ལས་ཚེ་སྲོག་གི་རྣམ་པ་གང་ཡང་ཐོན་མེད་པ་རེད། འོན་ཀྱང་སྔར་གྱི་སྣོད་དམ་དེ་ཚ་པོ་མ་བཟོས་གོང་དུ་དེའི་ནང་ནས་སྣོད་དམ་གཞན་ཞིག་ཏུ་སྤོས་པའི་འབུ་ཕྲ་དེ་ཚོ་སླར་ཡང་མོ་བཟོས་པའི་སྣོད་དམ་གཞན་ཞིག་ཏུ་ཚུར་བླུགས་པས། དེ་དག་སྔར་རྒྱུན་བཞིན་སྐྱེ་འཕེལ་བྱེད་པར་ཉེད་ཡོད།

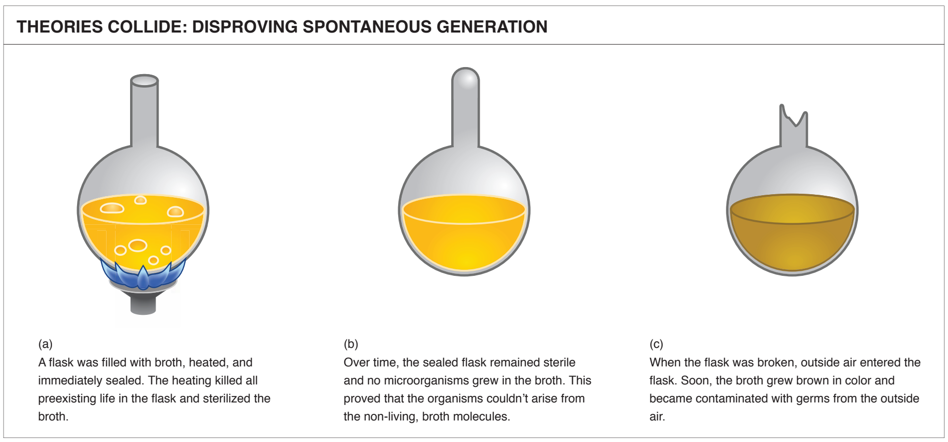


Figure 3: Louis Pasteur's experiment disproving spontaneous generation. Pasteur proved that organisms couldn't arise from non-living organisms.

exposed the media to the air, allowing other bacteria into the flask, bacteria grew again. Living cells came only from cells that were already living.

HOW ABOUT THE FIRST CELL?

Okay, the cell theory has held strong for nearly four centuries. But there is always that nagging question: how about the *first* cell? All cells might arise from pre-existing cells, but then how could the first cell come into being? How did the basic unit of life start?

We will probably never know for sure, but the consensus among evolutionary biologists, starting with the first one, Darwin, is that at some point, life must have started from non-life; however, this didn't happen in just a few minutes or days. To get life from non-life took millions and millions of years, on an Earth that's been here about 5 billion years, in a universe that's been here more than 10 billion years.

YOUR TURN: LIFE ARISES FROM...

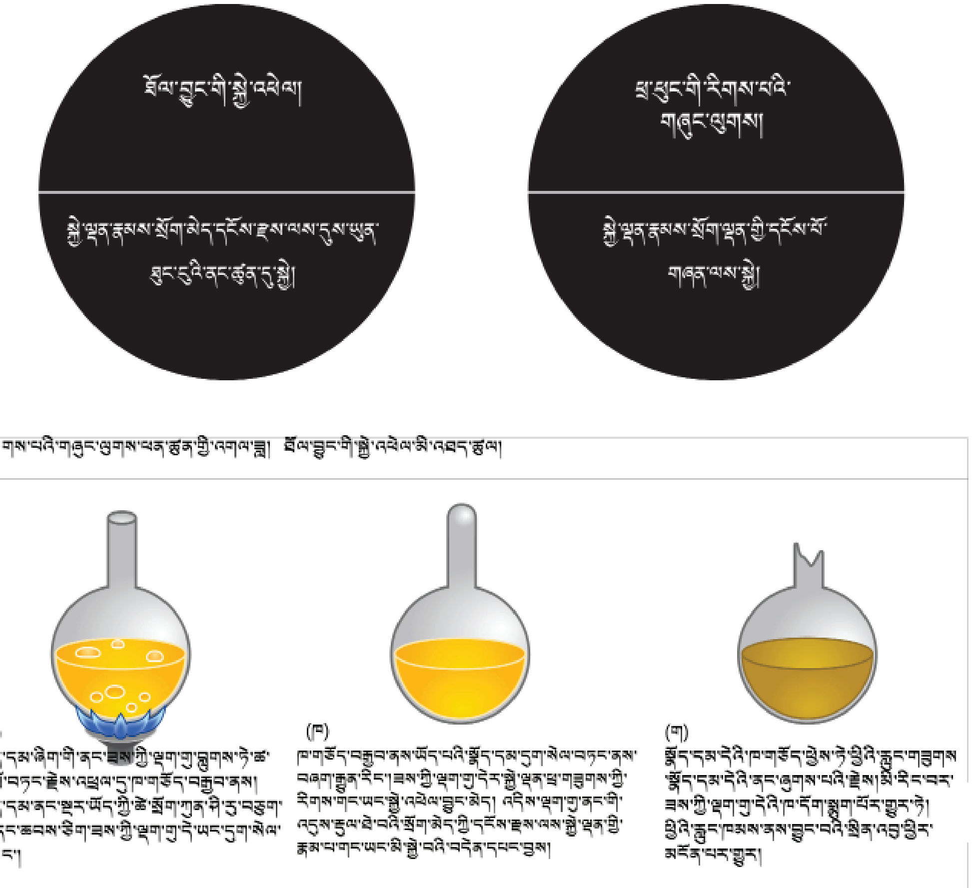
Given daily human experience, the hypothesis that life could come from non-life is not too unreasonable. Can you develop a thought experiment to determine if this hypothesis is true? Think about fleas and other small bugs and organisms whose eggs you cannot see. One day, there are no bugs and then apparently, out of nothing, bugs appear everywhere. This happened to me one day in Dharamsala when I was there teaching monks and nuns.

I went to sleep in a quiet room that had nothing in it. About 30 minutes later, I opened my eyes and the room was full of hundreds of winged bugs. It seemed that the bugs had just appeared from nowhere. Nowadays, we know these bugs are termites that fly in huge numbers at certain times of the year as part of their mating ritual. They had flown through the window screen and the door, attracted to the light in my room. But it's easy to see how someone might think these bugs came, not from other bugs, but from the walls of the room or some other non-living material.

ཁྱོད་ཀྱི་རིས་མོས།
ཚེ་སྲོག་གང་ལས་སྐྱེ་བའི་རྒྱུ།

ཉིན་རེའི་འཚོ་བའི་ཁྲོད་ཀྱི་མིའི་ཉམས་མྱོང་ལ་བསམ་གཞིག་ཅིག་བྱས་ན། སྲོག་མེད་ཀྱི་དངོས་པོ་ལས་ཚེ་སྲོག་འབྱུང་སྲིད་པར་ལྟ་བའི་འོལ་ཚོད་ཀྱི་བསམ་པ་དེ་འདྲ་སྐྱེས་པ་ཆེར་མི་འོས་པ་མིན་པ་ཤེས་ཐུབ། ཁྱོད་ཀྱིས་གོང་གི་འོལ་ཚོད་འདི་བདེན་མིན་བཤེར་བའི་བསམ་པའི་བརྟག་དཔྱད་ཀྱི་བྱེད་རིམ་ཞིག་གོ་སྒྲིག་བྱེད་ཐུབ་བམ། འབུ་སྲིན་དང་སྐྱེ་ལྡན་ཕྲ་མོ་གཞན་དང་ཕྱི་ཤིག་ལྟ་བུ་སྲོག་ཆགས་གང་ཞིག་གི་སྒོ་ང་རྣམས་གཟུགས་ཕྲ་བས་ང་ཚོའི་མིག་རྗེན་པས་མཐོང་མི་ཐུབ་པ་དག་གི་སྐོར་བསམ་བློ་ཐོངས། ཉིན་གཅིག་འབུ་སྲིན་གང་ཡང་མེད་སར། དུས་ཙུང་ཟད་ཙམ་ཞིག་གི་རྗེས་འདི་ནས་བྱུང་བསམ་པ་མེད་པར་ཕྱོགས་ཀུན་ཏུ་འབུ་སྲིན་གྱིས་ཁེངས་པ་འདི་འདྲ་འབྱུང་སྲིད། ཁོ་བོར་ཡང་རྣམ་ས་ལར་གྲྭ་བཙུན་ཚོར་ཚན་རིག་སློབ་ཁྲིད་བྱེད་པའི་ཉིན་ཞིག་ཉམས་སྣང་འདི་ལྟ་བུ་ཞིག་བྱུང་།

སྲོག་ཆགས་གཏན་ནས་མེད་སའི་ཤག་མིག་འཛམ་པོ་ཞིག་ཏུ་ཉིན་དེར་ཁོ་བོ་དཔལ་གྱིས་གཉིད་དུ་སོང་། སྐར་མ་གསུམ་ཙུའི་རྗེས་ཙམ་དུ་ཤག་མིག་གི་ནང་གང་བོར་གསོག་ལྡན་གྱི་སྲིན་འབུས་ཁེངས་བ་མཐོང་ཙ་ན། དེ་ཀུན་ཅང་མེད་ལས་བྱུང་བ་འདྲ་འདྲ་བར་སྣང་། འོན་ཀྱང་དེང་གི་ཆར་འབུ་སྲིན་འདི་དག་ཏར་མཡིཏ་གྲོག་འབུ་ཡིན་པ་དང་། འདི་དག་ལོ་གཅིག་གི་ནང་སྤྱིག་དུས་ཀྱི་སྐབས་དང་བསྟུན་ནས་སྟེབ་འཕུར་བྱེད་ཀྱིན་ཡོད་པ་ང་ཚོས་ཤེས་ཟིན་པས། ཤག་མིག་ནང་གི་གློག་འོད་ཀྱིས་ཡིད་འཕྲོག་སྟེ་སྒོ་དང་སྐེའུ་ཁུང་གི་རས་ཡོལ་བརྒྱུད་ཕྱུར་ཏེ་འོང་ངེས་པར་ཤེས་རྟོགས་བྱུང་། འོན་ཀྱང་དེ་འདྲའི་རྒྱུས་མངའ་མེད་པ་དག་ལ་འབུ་སྲིན་དེ་ཀུན་འབུ་སྲིན་གཞན་དག་ལས་སྐྱེས་པ་ཞིག་མིན་པར། ཤག་མིག་དེའི་ཀྱང་ལོགས་ནས་སམ། ཡང་ན་སྲོག་མེད་ཀྱི་དངོས་པོ་གཞན་དག་ལས་སྐྱེས་སམ་སྙམ་པ་འདི་འདྲ་འབྱུང་བ་སྲི།



དཔེ་རིས། ༡ ཐོལ་བྱུང་སྐྱེ་འཕེལ་མི་འཐད་པར་བསྒྲུབས་པའི་ལུ་ཡི་པཱ་སི་ཊེར་གྱི་རྟགས་དཔྱད་ཀྱི་བྱེད་རིམ། ཁོང་གི་བརྟག་དཔྱད་འདིས་སྐྱེ་ལྡན་རྣམས་སྐྱེ་ལྡན་གསོན་པོ་ལས་གཞན་པའི་དངོས་པོ་གང་ལས་མི་སྐྱེ་བའི་བདེན་དཔང་བྱས།

དེ་བཞིན་དུ་སྔར་འབུ་ཕྲ་ཀུན་བསད་སའི་སྣོད་དམ་ཁ་བཅད་པ་དེའི་ཁ་གཅོད་བཤིག་སྟེ། ནང་གི་གསེར་ཞུ་དེ་ཕྱིའི་རླུང་ལ་ཁ་བསྟན་ནས་འབུ་ཕྲ་གཞན་དག་སྣོད་དམ་དེར་འོང་དུ་བཅུག་པ་ན། དེའི་ནང་སླར་ཡང་འབུ་ཕྲ་སྐྱེ་འཕེལ་བྱེད་པར་རྙེད་ཡོད། དེས་ན་ཕྲ་ཕུང་རྣམས་རང་ལས་གཞན་པའི་ཕྲ་ཕུང་གསོན་པོ་འབའ་ཞིག་ལས་སྐྱེ་བར་བདེན་དཔང་བྱས་པ་རེད།

ཐོག་མའི་ཕྲ་ཕུང་གི་བྱུང་ཚུལ་ཇི་ལྟར་ཡིན་ནམ།

ད་བར་ལོ་ངོ་བརྒྱ་ཕྲག་བཞི་ཙམ་རིང་གོང་གསལ་ཕྲ་ཕུང་གི་གཞུང་ལུགས་དེར་གཞན་ཕྱོགས་ནས་འགོག་རྐྱོལ་མེད་པར་བརྟན་པར་གནས་མོད། འོན་ཀྱང་རྒྱུན་དུ་བསུན་གཙེར་བཟོ་བའི་དྲི་བ་གཅིག་ཡོད་པ་དེ་ནི་"*ཐོག་མའི་ཕྲ་ཕུང་དེ་ཇི་ལྟར་བྱུང་བ་ཡིན་ནམ*།"ཞེས་པ་དེ་ཡིན། ཕྲ་ཕུང་ཀུན་རང་གི་སྔ་རོལ་གྱི་ཕྲ་ཕུང་ལས་བྱུང་བ་སྲིད་མོད། འོན་ཀྱང་ཕྲ་ཕུང་ཐོག་མ་དེ་གང་ལས་སྐྱེས་སམ། ཚེ་སྲོག་གི་གཞི་རྩའི་རྟེན་གཞི་དེ་འགོ་ཇི་ལྟར་བཙམས་སམ་ཞེ་ན།

ང་ཚོས་དྲི་བ་འདིའི་ལན་སེམས་ཐག་ཆོད་པོའི་སྒོ་ནས་ཧ་ལམ་ནམ་ཡང་ཤེས་མི་ཐུབ་ཀྱང་། འདིའི་ཐད་ཏར་ལྷིན་གྱིས་འགོ་འཁྲིད་པའི་འཕེལ་འགྱུར་སྐྱེ་དངོས་རིག་པ་སྨྲ་བའི་ཁྲོད་དུ་སྤྱི་མོས་ཀྱི་ཚུལ་དུ་འདི་ལྟར་ཚོད་དཔག་བྱེད་དེ། དུས་ཀྱི་མཚམས་ཤིག་ན་ཚེ་སྲོག་གི་ཐོག་མ་དེ་ཉིད་ངེས་པར་དུ་སྲོག་མེད་ཅིག་ལས་སྐྱེ་འཕེལ་བྱུང་བ་ཡིན་ཡང་། འདི་ཉིད་སྐར་ཆ་ཁ་ཤས་སམ་ཉིན་ཁ་ཤས་ཙམ་གྱི་དུས་ཡུན་ཐུང་ངུའི་ནང་བྱུང་བ་དེ་འདྲ་གཏན་ནས་མིན། ང་ཚོའི་འཛིག་རྟེན་གྱི་ཁམས་འདི་ཆགས་ནས་ལོ་ངོ་དུང་ཕྱུར་༧༠༠ སོང་བ་དང་། སའི་གོ་ལ་འདི་གྲུབ་ནས་ལོ་ངོ་དུང་ཕྱུར་༥༠ སོང་བའི་བྱུང་རིམ་གྱི་ཁྲོད་ན་སྲོག་མེད་ནས་སྲོག་ལྡན་གྱི་བར་དུ་འཕོས་པར་ལོ་ངོས་ཡ་དུ་མ་འགོར་ཡོད་ངེས་ཡིན་པར་འདོད།

THE ORGANIZATION OF LIFE, THE SEARCH FOR PATTERNS

Non-living molecules eventually evolved into cells. Cells were the first and simplest living things. Single cells were then able to interact in multi-celled communities. These communities eventually evolved into **organisms**, which became more and more complicated as the cells within them evolved into specialized **tissues** and **organs**. Communities of organisms are known as **populations**, and populations of many different types of organisms within particular environments form **ecosystems**. As we already have begun to see, the environment affects individual organisms and these effects ripple through to affect whole populations of organisms, which in turn affect their environments.

This organizational hierarchy—molecules, to cells, to tissues, to organs, to organisms, to populations, to ecosystems—was developed by scientists to help us study life.

Scientists have spent a lot of time trying to make sense of the vast diversity (and similarity) among living organisms on Earth. Most of the first scientific 'experiments' were simply observations of the richness of life, a grand search for patterns. It seems almost natural for humans to search for patterns in everything. Patterns in life, in nature, in organisms, in relationships allow us to organize our lives and make predictions about what will happen next, what risk certain actions have, how we can develop and accomplish our goals.

In the Western tradition, such identification and organization of patterns in the natural world goes back more than 2000 years to Aristotle in ancient Greece, and even before that. Naturalists built schemes of **classification** that organized life into pieces that would make it easier to study and understand. Darwin and Wallace's ideas of evolution emerged from the work of such great organizers of living things in the preceding centuries.

A HISTORY OF LIFE

Over the centuries, humans have engaged in many classification exercises. **Carl Linnaeus**, a Swede, is credited with one of the most extensive organizational exercises. He also developed a consistent strategy, based on his organizational system, for naming organisms. Although Linnaeus' classification system has been greatly refined and now is little used in favor of schemas we discuss below, the basic logic of his **naming system** has not been significantly changed since its invention in the 1700's.

FAMILY TREES

YOUR TURN: GROWTH IN THE CHAI

When I was discussing spontaneous generation in class with some monks and nuns in Dharamsala, one monk said he had once made some hot tea and then put it into a thermos. He screwed the top on the thermos and then forgot about it and the tea. A few days later, he found the thermos with the tea again and opened it; it smelled really bad and was full of bacteria.

Where do you think the bacteria came from? How could you test your idea? Was this a case of spontaneous generation?

ROOM FOR THOUGHT: DARWIN

Many theories attempt to explain the evolution of the first cell. Scientists feel certain that even the evolution of the first living cell followed the basic principles that Darwin put forth in *The Origin of Species*. Scientists can test some predictions of these theories to see if they are at least possible. As we learn more about life on this planet and perhaps on other planets, we are developing clearer ideas of how life might have started, how that first cell got here. Thinking way beyond his time, Darwin imagined the origins of life in an 1871 letter to the scientist Joseph Hooker:

It is often said that all the conditions for the first production of a living organism are present, which could ever have been present. But if (and Oh! what a big if!) we could conceive in some warm little pond, with all sorts of ammonia and phosphoric salts, light, heat, electricity, etc., present, that a protein compound was chemically formed ready to undergo still more complex changes, at the present day such matter would be instantly devoured or absorbed, which would not have been the case before living creatures were formed.

ཁྱོད་ཀྱི་རིས་མོས།
ཇའི་ནང་གི་སྐྱེ་འཕེལ།

ལན་གཅིག་ཁོ་བོ་ཧྥ་སར་གྲྭ་བཙུན་ཚོ་དང་ལྷན་དུ་འཛིན་གྲྭའི་ནང་"ཐོལ་བྱུང་སྐྱེ་འཕེལ་"སྐོར་གྲོས་སྡུར་བྱེད་པའི་སྐབས། གྲྭ་པ་ཞིག་གིས། ཁོས་ཐེངས་ཤིག་ཇ་བསྐོལ་ནས་ཚ་དམ་ནང་བླུགས་པ་ཡིན། ཚ་དམ་ཁ་གཅོད་བརྒྱབ་ནས་བཞག་པ་དེ་ཉིན་ཤས་རིང་བརྗེད་དེ་ལུས་འདུག རྗེས་སུ་ཚ་དམ་དེ་མཐོང་དུས་སྔར་དེར་ཇ་བླུགས་པ་དྲན་ནས་ཁ་ཕྱེས་ཏེ་བལྟས་པས། དེ་ལས་ཏ་ཅང་དྲི་ངན་གྲོ་བ་དང་ཆབས་ཅིག་དེར་འབུ་ཕྲས་ཁེངས་འདུག་ཅེས་བཤད་སོང་། ཁྱོད་ལྟར་ན་འབུ་ཕྲ་དེ་ཚོ་གང་ནས་འོངས་སམ། འདི་ཐད་ཁྱོད་ཀྱི་བསམ་ཚོད་དེར་དངོས་བཤེར་བརྟག་དཔྱད་ཇི་ལྟར་བྱའམ། འདི་ཐོལ་བྱུང་སྐྱེ་འཕེལ་གྱི་མཚོན་དཔེ་ཞིག་རེད་དམ།

བསམ་གཞིག་གི་ཡུལ། ཊར་ཞིན།

ཕྲ་ཕུང་གི་ཐོག་མ་དེ་རིམ་གྱིས་འཕེལ་འགྱུར་བྱུང་སྟངས་ཇི་འདྲ་ཡིན་པའི་འགྲེལ་ཐབས་ལ་ཞུགས་པའི་རིགས་པའི་གཞུང་ལུགས་སྣ་ཚོགས་ཡོད། ཚན་རིག་པ་མང་པོས་ཐོག་མའི་ཕྲ་ཕུང་གསོན་པོ་དེའི་འཕེལ་འགྱུར་བྱུང་སྟངས་ཀྱང་ཊར་ཞིན་གྱིས་"སྐྱེ་ལྡན་ཉེ་རིགས་དག་གི་འབྱུང་ཁུངས་"ནང་བསྟན་པའི་གཞི་རྩའི་རྣམ་གཞག་དེ་ཉིད་དང་མཐུན་པའི་བརྒྱུད་རིམ་དེད་པར་ཡིད་ཆེས་བྱེད་ཀྱི་ཡོད། གཞུང་ལུགས་འདི་དག་གིས་གང་སྟོན་རྩུད་ནས་གཏན་ཁེལ་ཐེན་པའི་དོན་གནས་འགའ་ཞིག་སྟེང་། མ་མཐར་ཡང་ཚན་རིག་པས་དེ་འདྲ་འབྱུང་སྲིད་པ་ཡིན་མིན་དངོས་བཤེར་བརྟག་དཔྱད་བྱས་ན་བྱེད་ཆོག་ཡོད། ང་ཚོའི་རྒྱ་སྐད་འདི་དང་རྒྱ་སྐད་གཞན་དག་སྟེང་གི་ཚེ་སྲོག་སྐོར་གྱི་ཤེས་ཚད་ཇི་རྒྱས་ཇི་རྒྱས་སུ་འགྲོ་བ་དང་ཆབས་ཅིག སྲིད་ར་ཆེ་སྲོག་གི་འགོ་ཇི་ལྟར་བརྩམས་མིན་དང་། བྱེ་བྲག་ཏུ་དེ་འདྲའི་ཕྲ་ཕུང་གི་ཐོག་མ་དེ་(ཕྱིང་)འདི་ར་ཇི་ལྟར་གྲུབ་ཚུལ་ཐད་རིག་པ་ཇི་གསལ་ཇི་གསལ་འཇོན་ཐྲེལ་བྱེད་བཞིན་ཡོད། རང་གི་དུས་རབས་ཀྱི་བསྒྲོད་ཚད་ལས་ཏ་ཅང་བརྒལ་ཏེ་བསམ་གཞིག་བྱས་པའི་སྒོ་ནས་ཊར་ཞིན་གྱིས་ཕྱི་ལོ་ ༡༨༧༡ ལོར་ཇོ་སེཕ་ཧུ་ཀར་ལ་བསྐུར་བའི་སྦྲིང་ཡིག་ཅིག་ནང་ཚེ་སྲོག་གི་འགོ་ཁུངས་ཐད་རང་གི་རྟོག་འཆར་འདི་ལྟར་བཀོད་ཡོད།

"སྐྱེ་ལྡན་གསོན་པོ་ཞིག་ཐོག་མར་སྐྱེ་འཆར་བྱས་པར་སྣང་མཁོ་ཞིང་འདུས་ཡོད་སྲིད་པའི་ཆ་རྐྱེན་ཡོངས་རྫོགས་ད་ལྟ་ཡི་དུས་སྐབས་འདིར་ཡང་ཡོད་ཚད་ཡོད་ཅེས་ཡང་ཡང་བརྗོད་ཀྱིན་ཡོད། གལ་སྲིད་(ཨེ་མ། འདི་རེ་གལ་སྲིད་ཅེས་པའི་ཆ་རྐྱེན་བཏགས་དགོས་པ་ཅི་མ་འདུག)མ་ཁུལ་ཞིག་ཏུ་རྒྱ་ཚུང་བའི་མཚེའུ་ཟྭེན་མོ་ཞིག་ཡོད་པ་དང་། དེར་ཨེ་མི་ནོ་སྐྱུར་རྫས་ཀྱི་རྣམ་གྲངས་ཀུན་དང་། དེ་བཞིན་དུ་ལྕི་སྐྱུར་རྫས། འོད། ཚ་དུས། གློག་ལ་སོགས་པ་ཀུན་ཚང་བས་ཕན་ཚུན་རྫས་འགྱུར་གྱི་ཐེབ་སྦྱོར་བྱུང་བ་བརྒྱུད་རིམ་ཁྲོད་སྤྲི་རྫས་ཤིག་གསར་དུ་གྲུབ་ནས། ད་དུང་མུ་མཐུད་དུ་རྟོག་འཛིང་ཅན་གྱི་འགྱུར་འགྲོས་ཀྱི་གོ་རིམ་བརྒྱུད་ཆོག་ཆོག་ཏུ་གནས་ཡོད་པའི་དབང་དུ་བཏང་ཡང་། ད་ལྟའི་གནས་སྟངས་འོག་དེ་འདྲའི་དངོས་རྫས་དེ་འཕྲལ་མ་ཉིད་དུ་(གཞན་གྱིས་)བཟའ་བར་འགྱུར་བའམ། ཡང་ན་(གཞན་གྱིས་)སྣུད་ལེན་བྱེད་ངེས་ཡིན། འོན་ཀྱང་སྲོག་ཆགས་གསོན་པོ་མ་བྱུང་བའི་གོང་རོལ་གྱི་དུས་དེར་འདི་ལྟར་དུ་(འཕྲལ་དུ་སོར་བརྒྱུག)འགྲོ་མི་སྲིད་པ་རེད།"

ཆེ་སྲོག་གི་གོ་རིམ་སྒྲིག་རྩལ་དང་། འཁྲམ་རིམ་གྱི་འཚོལ་ཞིབ།

སྲོག་མེད་ཀྱི་འདུས་རྡུལ་རྣམས་རིམ་གྱིས་འཕེལ་འགྱུར་སོང་བ་ལས་ཕྲ་ཕུང་གྲུབ་ལ། ཕྲ་ཕུང་ནི་སྲོག་ལྡན་གྱི་དངོས་པོའི་ཁྲོད་ནས་ཆེས་ཐོག་མ་དང་རྙོག་འཛིང་ཆུང་ཤོས་ཀྱི་སྐྱེ་ལྡན་དངོས་པོ་དེ་ཡིན། དུས་ཚོད་རིམ་གྱིས་འདས་པ་ན་ཕྲ་ཕུང་ཁེར་རྐྱང་དེ་དག་ཕྲ་ཕུང་དུ་མ་འདུས་པའི་ཁྱུ་ཚོགས་ནང་འདྲེས་སྡེབ་བྱུང་བ་དང་། ཁྱུ་ཚོགས་འདི་དག་རིམ་གྱིས་སྐྱེ་ལྡན་གྱི་རྣམ་པར་འཕེལ་འགྱུར་བྱུང་། དེ་ལྟའི་སྐྱེ་ལྡན་དེ་དག་རྙོག་འཛིང་ཇེ་ཆེར་ཇེ་ཆེར་སོང་བས་དེ་དག་ནང་གི་ཕྲ་ཕུང་གི་ཚོགས་རྣམས་རིམ་གྱིས་ལུས་ཀྱི་**ཕུང་གྲུབ་**དང་ལུས་ཀྱི་དབང་པོ་དམིགས་བཀར་བའི་ངོ་བོར་འཕེལ་འགྱུར་སོང་བ་རེད། སྐྱེ་ལྡན་གྱི་ཁྱུ་ཚོགས་དེ་འདྲ་དུ་མ་འདུས་པ་ལ་**ཚོགས་འདུས་**ཟེར་ཞིང་། སྐྱེ་ལྡན་ཁྱུ་ཚོགས་ཀྱི་རིགས་སྣ་ཚོགས་འདུས་པའི་ཚོགས་འདུས་གང་དག་ཁོར་ཡུག་ངེས་ཅན་ཞིག་ཏུ་འཚོ་སྡོད་བྱེད་པ་དག་ལས་**སྐྱེ་ཁམས་ཁོར་ཡུག་**གྲུབ། ང་ཚོས་ལམ་ཙམ་མཐོང་ཟིན་པ་བཞིན། ཁོར་ཡུག་གིས་སྐྱེ་ལྡན་སྲོག་ཆགས་ཁེར་རྐྱང་གི་སྟེང་དུ་བྱེད་ནུས་འདོན་ལ། བྱེད་ནུས་འདི་དག་ཆུ་གཉེར་བཞིན་དུ་སྐྱེ་ལྡན་གྱི་ཚོགས་འདུས་ཡོངས་ལ་རིམ་གྱིས་ཁྱབ་སྟེ་ཤུགས་རྐྱེན་རྒྱ་ཆེར་བཟོ་བ་དང་། དེས་སླར་ཡང་ཁོར་ཡུག་ལ་ཆུར་ཤུགས་རྐྱེན་བཟོ་བཞིན་ཡོད།

དེ་ལྟར་གུང་བསྒྲིགས་པའི་ཁྲལ་རིམ་སྟེ། འདུས་རྡུལ་དང་། དེ་ནས་ཕྲ་ཕུང་། དེ་ནས་ཕུང་གྲུབ། དེ་ནས་དབང་པོ། དེ་ནས་སྐྱེ་ལྡན་གྱི་རྣམ་པ། དེ་ནས་ཚོགས་འདུས་དང་། དེ་ལས་སྐྱེ་ཁམས་ཁོར་ཡུག་གྲུབ་ཚུལ་གྱི་རིམ་པ་དེ་ནི་ཆེ་སྲོག་ལ་ཞིབ་འཇུག་བྱེད་བདེ་བའི་ཆེད་དུ་ཚན་རིག་པས་གཏན་ལ་ཕབ་པ་ཞིག་ཡིན།

སའི་གོ་ལའི་སྟེང་གི་སྐྱེ་ལྡན་ཁྱོན་གྱི་འདྲ་ས་དང་མི་འདྲ་སའི་དོན་གནད་གཞི་རྒྱ་ཡངས་པོ་དེའི་གནས་ལུགས་རྟོགས་ཐབས་སུ་ཚན་རིག་པ་རྣམས་ཀྱིས་དུས་ཡུན་རིང་པོ་ཞིག་ལ་འབད་བརྩོན་བྱས་ཡོད། ཚན་རིག་གི་བརྟག་དཔྱད་ཐོག་དང་པོ་ཕལ་མོ་ཆེ་ཆེ་སྲོག་གི་གཞི་རྒྱ་ཆེ་བའི་རྣམ་གྲངས་དག་ལ་ཞིབ་བལྟ་བྱས་པ་ཙམ་ཞིག་སྟེ། འཁྲམ་རིམ་གྱི་གནས་སྟངས་ལ་རྒྱ་ཆེ་བའི་འཚོལ་ཞིབ་ཀྱི་རྣམ་པ་ཙམ་ཞིག་ཏུ་བས་སོ། །ཡོད་ཚད་ཀྱི་འཁྲམ་རིམ་གྱི་གནས་སྟངས་ལ་ཞིབ་འཚོལ་བྱེད་པར་གཞོལ་བ་དེ་ནི་མིའི་རིགས་ལ་ལྡན་པའི་ལྷན་སྐྱེས་ཀྱི་རང་བཞིན་ཡིན་པར་མངོན། ཆེ་སྲོག་དང་། རང་བྱུང་ཁམས་དང་། སྐྱེ་ལྡན་གྱི་རྣམ་པ་དང་། དེ་བཞིན་དུ་དངོས་པོ་ཕན་ཚུན་དབར་གྱི་འབྲེལ་བ་བཅས་ཀྱི་འཁྲམ་རིམ་གྱི་གནས་སྟངས་ལ་ཞིབ་འཇུག་བྱས་པས། ང་ཚོས་ཆེ་སྲོག་གི་གོ་རིམ་གུང་སྒྲིག་བྱ་རྒྱུ་དང་། མ་འོངས་པར་ཅིར་འགྱུར་སྟོན་དཔག་བྱ་རྒྱུ། ལས་རིགས་གང་ལ་ཉེན་འཛིགས་གང་ཡོད་ངོས་འཛིན་བྱ་རྒྱུ་དང་། ང་ཚོ་ཇི་ལྟར་དར་འཕེལ་དུ་གཏོང་དགོས་པ་དང་། སོ་སོའི་དམིགས་ཡུལ་བསྒྲུབ་ཐུབ་པ་བྱ་རྒྱུ་བཅས་ལ་ཕན་ཐོགས་ཡོད།

ཉུབ་ཕྱོགས་ཀྱི་སྲོལ་རྒྱུན་ནང་གོང་གསལ་ལྟར་རང་བྱུང་ཁམས་ཀྱི་ཁྱོན་ལ་གདལ་བའི་འབྱུང་འགྲོས་ངོས་འཛིན་དང་ལེགས་སྒྲིག་བྱེད་པའི་བྱེད་རིམ་དེ། གནའ་བོའི་ཧྲི་རིསི་ནང་ལོ་ངོ་ཉིས་སྟོང་ལྷག་གི་གོང་ཨེ་རིསི་ཊོ་ཊལ་ནས་དར་སྲོལ་བྱུང་ཞིང་། ཕལ་ཆེར་དེའི་ཡར་སྟོན་ནའང་ཡོད་པར་བཤད་ཆོག རང་བྱུང་རིག་པ་བ་དག་གིས་ཆེ་སྲོག་གི་རྒྱུས་ལོན་དང་ལྡ་ཞིབ་བྱེད་སྐབས་བདེ་བའི་ཕྱོགས་སུ་སྲོག་ཆགས་རྣམས་སྡེ་ཚན་མང་པོར་དབྱེ་སྒོ་འབྱེད་པའི་**སྡེ་ཚན་དབྱེ་**ཞིབ་ཀྱི་རིག་པ་སྣ་མང་བཏོན་ཡོད། ཊར་ཞིན་དང་ཝེ་ལེསི་གཉིས་ཀྱི་འཕེལ་འགྱུར་རིག་པ་རྣམས་རང་གི་དུས་རབས་སྟོན་མ་དག་ཏུ་ཁྱོན་པའི་སྐྱེ་ལྡན་གྱི་རྣམ་པའི་ཕྱོགས་སྒྲིག་བྱེད་པོ་ཆེན་པོ་དག་གི་བྱས་རྗེས་ལས་ཐོན་པ་ཞིག་ཡིན།

ཆེ་སྲོག་གི་བྱུང་རབས།

དུས་རབས་མང་པོའི་ནང་མི་རྣམས་ཀྱིས་སྡེ་ཚན་དབྱེ་འབྱེད་ཀྱི་བྱེད་ཐབས་སྣ་ཚོགས་ཤིག་སྤྱད་ཡོད། དེའི་ནང་ནས་སུའི་ཊན་གྱི་མི་ཁུངས་ཡིན་པ་**ཀ་རལ་ལི་ནེ་ཡསི་**ཡིས་གསར་གཏོད་བྱས་པའི་སྡེ་ཚན་དབྱེ་འབྱེད་ཀྱི་མ་ལག་དེ་གཞི་རྒྱ་ཆེ་ཤོས་སུ་ངོས་འཛིན་ཐོབ་ཡོད། རང་གིས་བཙུགས་པའི་སྡེ་ཚན་དབྱེ་འབྱེད་ཀྱི་མ་ལག་གཞི་ལ་བཞག་ནས་ཁོང་གིས་རིགས་པའི་འགྲོས་དང་མཐུན་པའི་བྱེད་རིམ་ཞིག་གི་སྲོལ་ཕྱེས་པ་དེ་བརྒྱུད་ནས། སྐྱེ་ལྡན་རྣམས་རང་གི་སྡེ་ཁག་སོ་སོར་མིང་འདོགས་བྱས་ཆོག་ཡོད། འོན་ཀྱང་ད་ལྟའི་ཆར་ཀ་རལ་ལི་ནེ་ཡསི་ཡི་སྡེ་ཚན་དབྱེ་འབྱེད་ཀྱི་བཀོད་པ་དེར་ལེགས་བཅོས་ཕོན་ཆེ་བྱས་ཡོད་པས། ཁོང་གི་དང་ཐོག་གི་བཀོད་པ་དེའི་ཆབ་ཏུ་གཤམ་དུ་གླེང་འཆར་ཡོད་པའི་བཀོད་པ་རྣམས་བཀོལ་སྤྱོད་བྱེད་པ་མང་མོད། དེ་ལྟར་ནའང་ཁོང་གི་**སྡེ་ཚན་དབྱེ་འབྱེད་ཀྱི་མ་ལག་**དེའི་གཞི་རིམ་གྱི་རིགས་ལམ་དེར་ཕྱི་ལོ་ ༡༧༠༠ སྐོར་ནང་ཐོག་མར་བཙུགས་པ་ནས་བཟུང་ད་བར་གནད་ཆེའི་འགྱུར་བ་ཐེབས་མེད།

ཁྱིམ་རྒྱུད་སྡོང་པོ།

IN-DEPTH: CARL LINNAEUS' NAMING SYSTEM

In Linnaeus' system, every living thing has two scientific names, a **genus** name and a **species** name.

The first person to discover a new creature was responsible for naming it. Over a million species have been named since Linnaeus began using this system in the 1750s.

Scientific names help researchers identify organisms across cultures and societies. In choosing a scientific name, a scientist may highlight an interesting feature of the organism or may name it in honor of a person or the place it was found.

In the Linnaean System, similar species are grouped into a genus, similar **genera** (more than one **genus**) into a **family**, similar families into an **order**, similar orders into a **class**, similar classes into a **phylum**, and similar phyla into a **kingdom**.

After it became clear that organisms could be classified based on particular characteristics or life patterns, the next logical step made was to see that organisms that shared characteristics were related. A central idea emerged that life has a connected history.

As the concept of classification was refined, scientists developed the idea of a **species**, a set of closely related organisms that share the same basic characteristics and are able to reproduce with each other. Humans are a species called, using Linneaus' system, *Homo sapiens*; domestic dogs are a species, *Canis familiaris*.

It became evident that each species, though distinct, might be related to every other based on shared characteristics. Scientists represent such relationships using family trees. These family trees are analogous to family trees that are used to represent your own personal family history. Such a personal tree shows how you are related to each member of your family (Figure 4). If you continued this tree to show how every member of your family is related to other families, the tree would grow and grow back in time; each per-

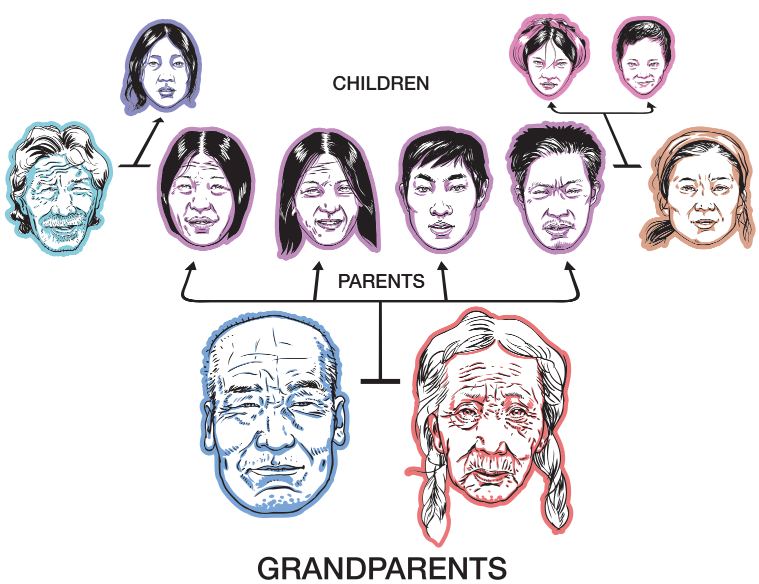


Figure 4: Sample family tree. This family tree shows three generations of a family.

གཏིང་ཚུགས་པའི་ལྟ་ཞིབ། ཀ་རལ་ལི་ནེ་ཡསི་ལུགས་ཀྱི་"སྡེ་ཚན་དབྱེ་འབྱེད་ཀྱི་མ་ལག

ཀ་རལ་ལི་ནེ་ཡསི་ཡི་སྡེ་ཚན་མ་ལག་དེར་སྲོག་ལྡན་གྱི་དངོས་པོ་ཀུན་ལ་ཚན་རིག་དང་མཐུན་པའི་མིང་གཉིས་རེ་བཏགས་ཡོད་དེ། རྒྱུད་ཀྱི་མིང་དང་ཉེ་རིགས་ཀྱི་མིང་བཅས་ཡིན།

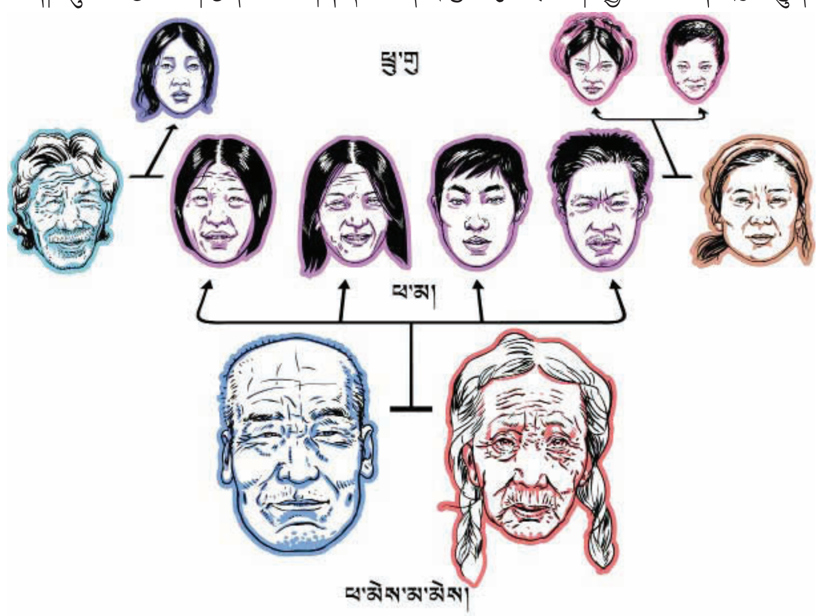
སྲོག་ཆགས་ཤིག་སྐྱེ་བོ་སུ་འདྲ་ཞིག་ལ་ཐོག་དང་པོར་རྙེད་རྟོགས་བྱུང་ཡང་། སྲོག་ཆགས་དེར་མིང་འདོགས་གང་བྱས་ཀྱི་འོས་འགན་དེ་སྐྱེ་བོ་དེར་བབས་ལ། སྤྱི་ལོ་ ༡༧༥༠ ཡི་ལོ་རབས་ནང་ཀ་རལ་ལི་ནེ་ཡསི་རང་གི་མ་ལག་དེ་བཀོལ་སྤྱོད་བྱ་རྒྱུ་འགོ་བརྩམས་པ་ནས་བཟུང་ད་བར་སྐྱེ་ལྡན་གྱི་རྣམ་པ་ས་ཡ་བརྒྱལ་བར་སྡེ་ཚན་མིང་འདོགས་བྱས་ཡོད། ཚན་རིག་དང་འབྲེལ་བའི་མིང་བཀོལ་སྤྱོད་བྱས་པ་འདིས་ཞིབ་འཇུག་པ་ཚོར་རིག་གཞུང་དང་སྤྱི་ཚོགས་སྣ་ཚོགས་ཁྲོད་ཀྱི་སྐྱེ་ལྡན་ངོས་འཛིན་བྱེད་པར་རམ་འདེགས་ཕོབ་ཡོད། ཚན་རིག་དང་འབྲེལ་བའི་མིང་ཕོག་མར་བཏགས་སྐབས་དོ་བདག་ཚན་རིག་པ་དེས་སྐྱེ་ལྡན་དེའི་སྟེང་གི་གཞན་གྱི་དོ་སྣང་འགུག་ནུས་ཀྱི་ཁྱད་གཤིས་གསལ་སྟོན་བྱེད་པའི་མིང་ཞིག་གམ། སྐྱེ་ལྡན་དེ་གང་དུ་རྙེད་སའི་ས་ཁུལ་ལམ། ཡང་ན་གང་ཟག་བྱེ་བྲག་པ་ཞིག་གི་དྲན་རྟེན་དུ་དམིགས་ཏེ་མིང་འདོགས་བྱེད་འཐུས།

ཀ་རལ་ལི་ནེ་ཡསི་ཡི་མ་ལག་དེར། ཉེ་རིགས་མཚུངས་པ་དུ་མ་འདུས་པ་ལས་རྒྱུད་ཅིག་གྲུབ། རྒྱུད་མཚུངས་པ་དུ་མ་འདུས་པ་ལས་ཁྱིམ་ཞིག་གྲུབ། ཁྱིམ་མཚུངས་པ་དུ་མ་འདུས་པ་ལས་རྣམ་ཞིག་གྲུབ། སྡེ་མཚུངས་པ་དུ་མ་འདུས་པ་ལས་ཚན་ཞིག་གྲུབ། ཚན་མཚུངས་པ་དུ་མ་འདུས་པ་ལས་གྲལ་ཞིག་གྲུབ། གྲལ་མཚུངས་པ་དུ་མ་འདུས་པ་ལས་གླིང་ཞིག་གྲུབ་ཀྱི་ཡོད།

སྐྱེ་ལྡན་རྣམས་རང་གི་ཁྱད་རྟགས་ངེས་ཅན་ནས། ཡང་ན་འཚོ་བའི་འབྱུང་འགྲོས་གཞི་ལ་བཞག་སྟེ་སྡེ་ཚན་སོ་སོར་དབྱེ་འབྱེད་བྱས་ཚོག་པ་ཤེས་རྗེས། ཚན་རིག་པ་རྣམས་ཀྱིས་རང་བཞིན་གྱིས་དེའི་རྗེས་འབྲེལ་གྱི་གོམ་སྟབས་གཉིས་པའི་ཚུལ་དུ་ཁྱད་རྟགས་གཅིག་པར་གཏོགས་པའི་སྐྱེ་ལྡན་དེ་དག་ཕན་ཚུན་གཉེན་ཚན་གྱི་འབྲེལ་བས་བཅིངས་མིན་དབྱེ་ཞིབ་བྱེད་པར་ཞུགས་ཤིང་། དེ་ལས་ནི་ཚེ་སྲོག་གི་རྣམ་པའི་སྣ་མོ་ཀུན་ཕན་ཚུན་སྦྲེལ་ཅིང་མཐུད་པའི་དོན་གནས་སྙིང་པོ་ཞིག་ཕྱིར་མངོན་པར་གསལ་ཡོད།

དབྱེ་སྡོ་འབྱེད་པའི་རིགས་དབྱིའི་སྡེ་ཚན་མ་ལག་ཐབ་ཏུ་བཏང་བ་དང་ཆབས་ཅིག་ཚན་རིག་པ་རྣམས་ཀྱིས་ཉེ་རིགས་ཞེས་པའི་ལྟ་ཚུལ་ཞིག་སྤེལ་ཡོད། དེ་ནི་ཕན་ཚུན(སྦྱོར་སྦྱེལ་བྱས་པ་ལས)རྒྱུད་སྤེལ་ཐུབ་ཅིང་། གཞི་རིམ་གྱི་ཁྱད་རྟགས་རྣམས་གཅིག་མཚུངས་ཡིན་པ་དང་། ཕན་ཚུན་གཉེན་ཚན་གྱི་འབྲེལ་བ་དམ་པོས་བཅིངས་པའི་སྐྱེ་ལྡན་གྱི་ཚོགས་ཤིག་ལ་ཉེ་རིགས་ཟེར་བ་ཡིན། དེ་ཡང་ཀ་རལ་ལི་ནེ་ཡསི་ཡི་རིགས་དབྱེའི་མ་ལག་བོད་སྐད་དུ་བརྗོད་ན། མིའི་འགྲོ་བ་ནི་སྨད་མིའི་ཉེ་རིགས་སུ་གཏོགས་ཤིང་། ཁྱིམ་གསོས་བྱས་པའི་ཁྱི་ནི་ཀ་ནི་ཁྱི་རིགས་ཀྱི་ཉེ་རིགས་སུ་གཏོགས་པ་ལྟ་བུ་ཡིན།

སྐྱེ་ལྡན་གྱི་ཉེ་རིགས་རེ་རེ་ནས་སྡེ་ཚན་ཟུར་གསལ་ཞིག་ཡིན་ཡང་། ཐུན་མོང་དུ་ཚང་བའི་ཁྱད་རྟགས་ཀྱི་གནད་དོན་ནས་བལྟས་ན་ཉེ་རིགས་རེ་རེ་ནས་གཞན་ཀུན་དང་འབྲེལ་བའང་ཡིན་པ་བདེན་དཔང་བྱས་ཆོག ཚན་རིག་པས་ཁྱིམ་རྒྱུད་སྡོང་པོ་བཀོལ་ཏེ་དེ་ལྟའི་འབྲེལ་བ་མཚོན་པར་བྱེད་ལ། ཁྱིམ་རྒྱུད་སྡོང་པོ་འདི་དག་ནི་དཔེར་ན་མི་སྒེར་གྱི་ཁྱིམ་ཚང་ཞིག་གི་རྒྱུད་རབས་གསལ་བྱེད་དུ་བཀོལ་བའི་ཁྱིམ་རྒྱུད་སྡོང་པོ་དང་འགྲོ་སྟངས་གཅིག་མཚུངས་ཡིན། དེ་ཡང་མི་སྒེར་གྱི་ཁྱིམ་རྒྱུད་སྡོང་པོ་ཞིག་གིས་སྐྱེ་བོ་རང་ཉིད་རང་དང་ཁྱིམ་ཚང་གཅིག་པའི་ནང་མི་རྣམས་དང་འབྲེལ་ལུགས་མཚོན་པ་རེད།(དཔེ་རིས། ༩) གལ་སྲིད་ཁྱོད་ཀྱིས་སྡོང་པོ་དེ་དེད་དེ་རང་གི་ཁྱིམ་ཚང་གི་ནང་མི་རེ་རེ་ནས་ཁྱིམ་ཚང་གཞན་དང་འབྲེལ་ལུགས་བརྟགས་པ་ན། དུས་ལ་ཕྱིར་ལོག་བྱེད་རིམ་བཞིན་སྡོང་པོ་དེ་ཇེ་རྒྱས་སུ་འགྲོ་བས། སྐྱེ་བོ་རེ་རེ་ནས་ཁྱིམ་རྒྱུད



དཔེ་རིས། ༩ ཁྱིམ་རྒྱུད་སྡོང་པོའི་དཔེ་མཚོན། ཁྱིམ་རྒྱུད་སྡོང་པོ་འདིས་ཁྱིམ་ཚང་ཞིག་གི་མི་རབས་གསུམ་མཚོན་གྱི་ཡོད།

son is connected to multiple family trees. Thus, the tree grows more and more branches. In theory, you could build a family tree that goes back to the point where you are related to all other Tibetans and then, eventually, all other human groups. And if we keep going over thousands of generations, we find we're all related to each other. This idea is one of Darwin's major conceptual breakthroughs: we all share a common ancestor.

As we move back in time building our family tree generation after generation, we might use different classification systems as we go. For example, you might use your family name to classify and group together your immediate family. Far enough back in time, you might not know names, so you might use place of birth as a classification mechanism. If you keep going back in time even further, thousands of years, you would have to use other means of classification, because we have no record of place names. You might try classifying based on how faces look, how tall people were (based on skeletons that were found), or how they interacted with their environment. For example, you might group together people that farmed (based on evidence from cave drawings or relics we find at the sites of ancients communities) in one category and people that hunted in another.

Evolutionary biologists demonstrate that if we keep going back still further in time, hundreds of thousands of years, we find that the category or species of 'human' disappears altogether. There is no record (later we will talk about what types of records and evidence we use to look this far back in time) of any humans existing beyond a certain time, but we can still see signs, shared characteristics, of how we are related to *other species*. For example, biologists characterize or group humans with many other animals under the category **Mammals**. Mammal refers to a group of many different species that share certain characteristics, among them: all mammals have hair on at least some part of their bodies during at least some part of their lives; female mammals have mammary glands that secrete milk for their young, who are born live; all mammals have hearts with four chambers.

YOUR TURN: ORGANIZING LIFE

Before we look at how Darwin's and other scientists' ideas have been used to define, classify, and order life, let's try an observation experiment ourselves:

Go outside. Draw or collect 10 different plant leaves
Draw or collect 10 different-looking insects or other animals.

If you are in a class, form a group with two other students and pool your information.

Develop a way of classifying what you drew or collected. Think of characteristics (for example, color, shape, size, method of movement, number of legs, etc.) you could use for grouping things together. Then group your organisms based on one particular trait. Then group them using another, different trait.
Do certain organisms wind up in the same group more than once?

Develop a set of characteristics that allow you to classify all your organisms into groups that make sense to you.

སྡོང་པོ་དུ་མ་དང་སྦྲེལ་བ་མཐོང་ཐུབ། དེས་ན་སྡོང་པོ་དེའི་ཡལ་ག་རེ་རྒྱས་རེ་རྒྱས་སུ་འགྲོ་ངེས་ཡིན། རིགས་པའི་གཞུང་ལུགས་འདི་གཞིར་བྱས་ན། ཁྱོད་ཀྱིས་རང་གི་ཁྲིམ་རྒྱུད་སྡོང་པོ་རྒྱུན་མཐུད་དུ་རེ་རྒྱས་སུ་བཏང་བ་ན་མཐར་བོད་རིགས་ཡོངས་རྫོགས་རང་དང་གཉེན་ཚན་གྱི་འབྲེལ་བས་བཅིངས་པར་རྙེད་པའི་བར་དེད་དུ་ཡོད། ད་དུང་དེད་པས་མིའི་སྐྱེ་འགྲོ་ཡོངས་དང་འབྲེལ་ལུགས་རྙེད་རྙེད་བར་དེད་དུ་ཡོད་པ་ཡིན། ཚུལ་དེ་ལྟར་དུ་མུ་མཐུད་དུ་ཕྱིན་པས་ང་ཚོ་ཀུན་གཉེན་ཚན་གྱི་འབྲེལ་བའི་སྣོམས་ཕན་ཚུན་སྦྲེལ་ལུགས་རྙེད་ཐུབ། དེས་ན་ང་ཚོ་ཀུན་ལ་ཐུན་མོང་གི་གདོད་མའི་མེས་པོ་ཞིག་ཡོད། ལྟ་ཚུལ་འདི་ནི་ཊར་ཝིན་གྱི་རིག་པའི་(མཇུག་འབྲས་སུ་ཐོན་པའི་)རླབས་ཆེ་བའི་བསམ་བློའི་མདུན་མཆོང་གི་ཁྲིད་ནས་དཔེ་མཚོན་ཞིག་ཡིན།

དུས་ལ་ཕྱིར་ལོག་བྱེད་ཀྱིན་དུ་མི་རབས་ནས་མི་རབས་དེད་དེ་ཁྲིམ་རྒྱུད་སྡོང་པོ་རེ་རྒྱས་སུ་གཏོང་བ་དང་མཉམ་དུ། ང་ཚོས་རིགས་དབྱེའི་སྡེ་ཚན་མ་ལག་གཞན་བཀོལ་སྤྱོད་བྱེད་དུ་ཡོད་དེ། དཔེར་ན། འབྲེལ་ཐག་ཉེ་བའི་ནང་མི་ཁྲིམ་ཚང་གི་རིགས་ལ་ད་ཡོད་ཁྲིམ་ཚང་གི་མིང་བེད་སྤྱོད་བྱས་ཏེ་ཚན་ཁག་བསྒྲིལ་བ་དང་། དེ་ནས་རིམ་གྱིས་དུས་ལ་ཕྱིར་ལོག་བྱས་པ་ན་ཁྲིམ་མིང་མི་ཤེས་པའི་མཚམས་སུ་སྡེ་ཚན་དབྱེ་བསྡུའི་བྱེད་ཐབས་སུ་སྐྱེས་ཡུལ་བེད་སྤྱོད་བྱས་ཏེ་ཚན་ཁག་བསྒྲིལ་ཆོག དེ་ལྟར་མུ་མཐུད་དུ་དུས་ལ་ཕྱིར་ཤིག་རྒྱག་གིན་ཕྱིན་པས་ལོ་ངོ་སྟོང་ཕྲག་སྐོར་བརྒྱལ་བ་ན་མི་རྣམས་ཀྱི་སྐྱེས་ཡུལ་གྱི་བརྗེད་ཐོ་སོན་དུ་མེད་པའི་མཚམས་དེར། དབྱེ་བསྡུའི་བྱེད་ཐབས་དེ་བས་གཞན་བཀོལ་དགོས་པར་འགྱུར་ངེས་ཡིན། མཚམས་དེ་དག་ཏུ་མིའི་གདོང་རིས་ཀྱི་མདོན་ཚུལ། (རུས་སྒྲོམ་རྙེད་སོན་བྱུང་བ་གཞིར་བྱས་ཏེ་)མི་དེ་དག་གི་ལུས་ཀྱི་རིང་ཚད། ཡང་ན་མཐའ་འཁོར་གྱི་ཁོར་ཡུག་དང་ཕན་ཚུན་མཐུན་འཕྲོད་བྱས་ཚུལ་གྱི་གོམས་གཤིས་ལྟ་བུ་གཞི་ལ་བཞག་སྟེ་སྡེ་ཚན་དབྱེ་འབྱེད་ཀྱི་ཐབས་ལ་འབད་རིགས། དཔེར་ན། (གདོང་མའི་ཁྲིམ་གཞིས་ཆགས་སའི་ས་ཤུལ་ལས་རྙེད་སོན་བྱུང་བའི་གནའ་རྫས་དང་བྲག་རིས་སོགས་ཀྱི་དཔང་རྟགས་གཞི་ལ་བཞག་ནས་)འཚོ་རྟེན་དུ་ཞིང་ལས་ལ་ཞུགས་པ་དག་དང་། རི་དྭགས་བཙོན་འཛིན་བྱས་པ་བཅས་ཀྱི་སྒོ་ནས་སྡེ་ཚན་སོ་སོར་བསྡུ་རུང་བ་ལྟ་བུའོ།།

གལ་ཏེ་ང་ཚོས་མུ་མཐུད་ནས་ད་དུང་དུས་ལ་ཕྱིར་ཤིག་བརྒྱབ་སྟེ་ལོ་ངོ་འབུམ་ཕྲག་མང་པོའི་ཡར་སྔོན་ལ་སོང་ན། ནམ་ཞིག་ན་མིའི་སྡེ་ཚན་ནམ་ཉེ་རིགས་ཐད་དེ་མེད་པར་གྱུར་པའི་སྐབས་ཤིག་ལ་ཐུག་ངེས་ཡིན་ཞེས་འཕེལ་འགྱུར་སྐྱེ་དངོས་རིག་པ་སྨྲ་བ་རྣམས་ཀྱིས་འགྲེལ་བརྗོད་བྱེད་ཀྱིན་ཡོད། དུས་ཐག་གང་མཚམས་ཤིག་བརྒལ་རྗེས་མིའི་འགྲོ་བ་འཚོ་སྡོད་བྱས་པའི་རྗེས་ཤུལ་གྱི་ཟིན་ཐོ་གང་ཡང་རྙེད་དུ་མེད་པར་འགྱུར་ངེས་ཡིན། འོན་ཀྱང་ད་དུང་འགྲོ་བ་མི་རྣམས་འགྲོ་བའི་རིགས་གཞན་དང་འབྲེལ་ལུགས་མཚོན་པའི་རྟགས་ཏེ། ཐུན་མོང་གི་ཁྱད་རྟགས་དེ་འདྲ་རྙེད་ཆོག དཔེར་ན། སྐྱེ་དངོས་རིག་པ་བ་དག་གིས་དུད་འགྲོའི་རིགས་འགའ་ཞིག་དང་ཁྱད་རྟགས་མཚུངས་སྒྲིག་བྱེད་པའམ། ཡང་ན་མཉམ་སྡེབ་བྱས་ཏེ་མིའི་འགྲོ་བ་རྣམས་ནུ་གསོས་སེམས་ཅན་གྱི་སྡེ་ཚན་ནང་དུ་འཛོག་གི་ཡོད། དེ་ལ་ནུ་གསོས་སེམས་ཅན་ནི་ཁྱད་རྣམ་ངེས་ཅན་འགའ་ཞིག་ཐུན་མོང་དུ་ཚང་བའི་སྐྱེ་ལྡན་གྱི་ཉེ་རིགས་སྣ་ཚོགས་ཀྱི་སྡེ་ཞིག་ལ་ཟེར་བ་ཡིན། ཁྱད་རྣམ་དེ་དག་ལས་འགའ་ཞིག་ནི་འདི་ལྟར་ཏེ། ནུ་གསོས་སེམས་ཅན་ཀུན་ལ་རང་གི་ཚེའི་རྒྱུན་ཐག་གི་དུས་རིམ་ཞིག་ཏུ་ལུས་ཀྱི་ཆ་ཤས་ཅི་རིགས་པར་སྤུ་སྐྱེས་སྐྱོང་བ་དང་། ནུ་གསོས་སེམས་ཅན་མོའི་རིགས་ལ་རང་ལས་གསོན་པོར་སྐྱེས་པའི་ཕྲུ་གུ་རྣམས་ལ་ནུ་ཕྲུའི་འོ་མ་སྐྱེད་པའི་ནུ་མའི་རྣེན་བུ་ཡོད་པ་དང་། གཞན་ཡང་། ནུ་གསོས་སེམས་ཅན་ཀུན་ལ་སྙིང་ཤག་བཞི་དང་ལྡན་པའི་སྙིང་ཡོད་པ་བཅས་ཡིན།

ཁྱོད་ཀྱིས་ངེས་ཤེས། ཚེ་སྲོག་གི་གོ་རིམ་སྒྲིག་ཚུལ།

ཊར་ཝིན་དང་ཚན་རིག་པ་གཞན་དག་གི་རིག་པ་བེད་སྤྱད་དེ་ཚེ་སྲོག་གི་ངོ་བོ་འཛོག་ཚུལ། སྡེ་ཚན་དབྱེ་ཞིབ་བྱེད་ཚུལ། ལེགས་སྒྲིག་བྱེད་ཚུལ་བཅས་ལ་ཞིབ་ལྟ་མ་བྱས་གོང་དུ། ང་ཚོ་རང་ཉིད་ཀྱིས་ལྟ་ཞིབ་དངོས་བཤེར་ཞིག་བྱ་རྒྱུར་འབད་བརྩོན་བྱེད་པ་ལ།
ཐོག་མར་ཁང་པའི་ཕྱི་ལོགས་སུ་བསྐྱོད་ལ། རྩི་ཤིང་གི་ལོ་མ་མི་འདྲ་བ་བཅུ་བསྡུ་རུབ་ཀྱོས། ཡང་ན་དེ་དག་གི་དཔེ་རིས་རེ་བྲིས། དེ་བཞིན་དུ། འབུ་སྲིན་ནམ་དུད་འགྲོ་སེམས་ཅན་མི་འདྲ་བ་བཅུ་བསྡུ་འཁྱུག་ཀྱོས་ལ། ཡང་ན་དེ་དག་གི་དཔེ་རིས་རེ་བྲིས།
གལ་ཏེ་ཁྱོད་རང་ད་ལྟ་འཛིན་གྲྭར་ཡོད་ན། སློབ་ཕྲུག་གཞན་གཉིས་དང་ལྷན་དུ་བསྡེབས་ལ་སྤྱར་བསྡུས་པའི་གནས་ཚུལ་རྣམས་ཁྱོགས་གཅིག་ཏུ་སྡུད།
ཁྱོད་རྣམས་ཀྱིས་བསྡུ་སྒྲིག་བྱས་པའམ། ཡང་ན་དཔེ་རིས་བྲིས་ནས་ཡོད་པའི་དོན་གནས་རྣམས་ནང་གསེས་སྡེ་ཚན་དབྱེ་འབྱེད་བྱ་ཐབས་ཤིག་གི་ཐོག་བསམ་བློ་ཐོངས། (དཔེར་ན། ཁ་དོག བཟོ་དབྱིབས། བོངས་ཚད། འགྱུལ་སྐྱོད་ཀྱི་ཐབས་ལམ། སྲུག་ལག་གི་གྲངས་ལ་སོགས་པའི་)ཁྱད་རྟགས་རིགས་བཀོལ་ཏེ། དཔྱད་གཞིའི་དོན་གནས་དེ་དག་ནང་གསེས་སྡེ་ཚན་དབྱེ་འབྱེད་བྱ་ཐབས་ཇི་དགེ་སྐོར་བསམ་བློ་ཐོངས། དེ་རྗེས་ཁྱད་རྟགས་ངེས་ཅན་ཞིག་གཞི་ལ་བཞག་ནས་ཁྱོད་ཀྱི་དཔྱད་གཞིའི་སྐྱེ་ལྡན་རྣམས་ཕན་ཚུན་སྡེ་ཚན་དབྱེ་འབྱེད་ཀྱོས། དེ་ནས་སླར་ཡང་ཁྱད་རྟགས་གཞན་ཞིག་གཞི་ལ་བཞག་ནས་སྐྱེ་ལྡན་དེ་རྣམས་ནང་གསེས་སྡེ་ཚན་དབྱེ་འབྱེད་ཀྱོས། དེ་ལྟར་བྱས་པས་སྐྱེ་ལྡན་གྱི་རིགས་འགའ་རེ་སྡེ་ཚན་གཅིག་པའི་ནང་ལན་གཅིག་ལས་མང་བར་མཉམ་དུ་འཁེལ་བ་འདུག་གམ་ལྟོས།
དེ་ལྟར་ཞིབ་སྦྱར་བྱས་པའི་མཐར། སྐྱེ་ལྡན་དེ་རྣམས་གནས་ལུགས་དང་ལྡན་པའི་སྡེ་ཚན་དབྱེ་ཁུངས་ཤིག་ཏུ་གཏོགས་པར་ཁག་ཐེག་བྱེད་པའི་ཁྱད་རྟགས་ཀྱི་རེའུ་མིག་ཅིག་ཁྱོད་ཀྱིས་བསྒྲིག་དགོས།

RELATEDNESS AND TIME

The exercise we just went through of building a family tree, starting with ourselves and then moving backward in time until we could show relationships to all organisms, is very similar to what biologists do to demonstrate evolutionary relationships. Biologists build family trees we call **phylogenies** to show the relationship in time among different organisms.

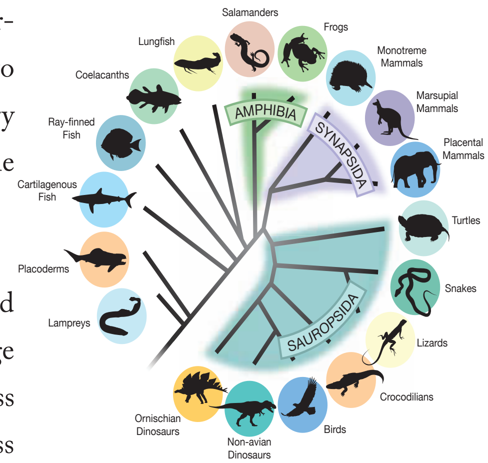


Figure 5a: A phylogeny based around the vertebrate. It shows how animals with backbones are related.

The *closer in time* two organisms are related, the *more* related they are, and the more biological characteristics they share. Organisms and species change over time. The more related, the more recent is the common ancestor, the less change has occurred. I am very related to my brother and my mother; I am less related to my mother's brother; I am even less related to my mother's mother's brother; I am less related to other non-human mammals, but I *am* related to these other mammals, and in fact, evolution shows, I am related to all other living organisms. Because, if we continue our family tree back far enough in time (about 4 billion years), we see that indeed *all* organisms share a common ancestor.

Look at the simple family tree or phylogeny in Figure 5a. This tree is built based on the characteristic of a backbone; it shows how animals with backbones are related. Animals that have backbones, known as **vertebrates** (as opposed to animals without backbones, known as **invertebrates**), all had a common ancestor at one point. The presence of a backbone is a major classifying characteristic. Each branch point in the tree represents the formation of a new species based on a major change in a common ancestor. Additional characteristics can be used by biologists to classify animals, such as having a bony skeleton or having four limbs.

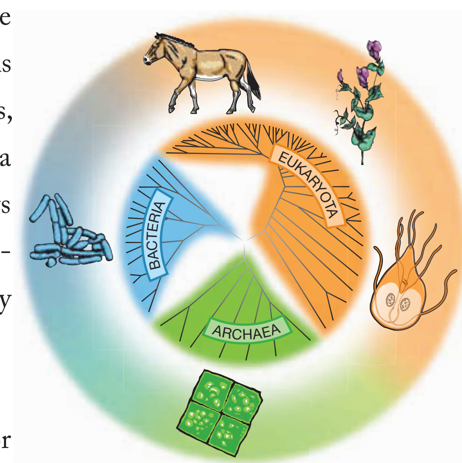


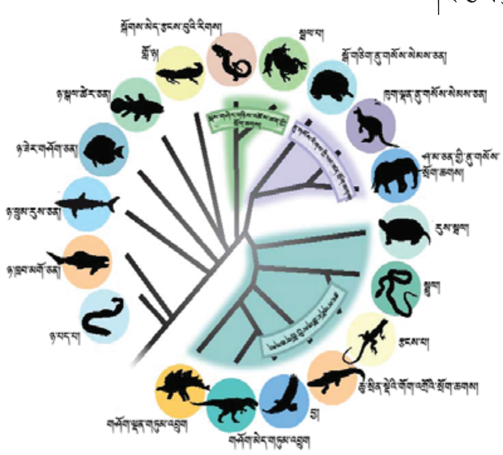
Figure 5b: The tree of life. There are three major branches, or clades, in the tree of life -- archaea, bacteria, and eukaryota. The phylogeny in Figure 5a fits into a very small part of this tree.

If we place this small tree into the whole tree of life (Figure 5b), then we see three major branches or **clades** of living organisms: **archaea**, **bacteria**, and **eukaryota**. Organisms in both the archaea and bacteria clades are single-celled, but they are very different at the molecular level; for example, the ways they carry out the processes that convert their DNA to protein and the chemical composition of the two clades' cell walls are quite different. The animal branch, including the mammals branch we were just discussing, is part of eukaryota, the clade of multicellular organisms.

These kinds of organizations of the tree of life are supported, as we will see, by significant evidence from many different branches of science, but, like all science, they still constitute a **model** that is changing and being adjusted as more experiments are done and more discoveries made.

འབྲེལ་བའི་རང་བཞིན་དང་དུས་ཡུན།

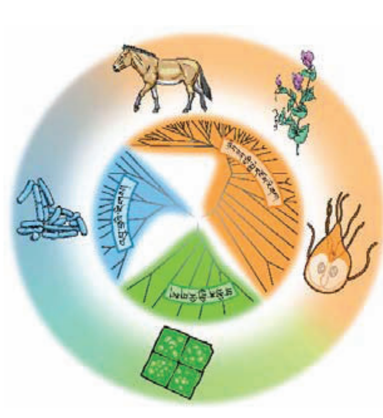
གོང་ཙམ་དུ་ང་ཚོས་རང་ཉིད་ནས་འགོ་བཙུགས་ཏེ་དུས་ལ་ཕྱིར་ལོག་བྱེད་ཀྱིན་དུ་མིའི་འགྲོ་བ་རྣམས་སྐྱེ་ལྡན་སྲོག་ཆགས་ཀུན་དང་གཉེན་ཚན་གྱི་འབྲེལ་བ་ཡོད་པ་ར་ཕྱོད་པའི་བར་དེད་པའི་སྒོ་ནས་ཁྱིམ་རྒྱུད་སྡོང་པོ་ཇི་རྒྱས་སུ་གཏོང་བའི་བྱེད་རིམ་དེ་ནི། རྒྱུན་དུ་སྐྱེ་དངོས་རིག་པ་བ་དག་གིས་འཕེལ་འགྱུར་གྱི་འབྲེལ་བ་གསལ་སྟོན་བྱེད་ཆེད་དུ་སྤྱོད་པའི་བྱེད་ཐབས་དང་ཧ་ཅང་མཚུངས་པ་ཡིན། སྐྱེ་དངོས་རིག་པ་བ་དག་གིས་**ཚོགས་སྡེའི་འཕེལ་རིམ**་ཞེས་སུ་འབོད་པའི་ཁྱིམ་རྒྱུད་སྡོང་པོ་སྐྲུན་པའི་སྒོ་ནས་སྐྱེ་ལྡན་མི་འདྲ་བ་ཕན་ཚུན་དབར་གྱི་འབྲེལ་བ་གསལ་སྟོན་བྱེད་ཀྱི་ཡོད།



དཔེ་རིས། ༥ཀ འདི་ནི་སྐལ་ཏུས་གཞི་ལ་བཞག་སྟེ་བསྐྲངས་པའི་ཚོགས་སྡེའི་འཕེལ་རིམ་ཞིག་ཡིན། འདིས་སྐལ་ཏུས་ཅན་གྱི་སེམས་ཅན་རྣམས་ཕན་ཚུན་ཇི་ལྟར་འབྲེལ་ཚུལ་མཚོན།

དེ་ལ་སྐྱེ་ལྡན་གྱི་རྣམ་པ་གཉིས་ཇི་ཙམ་*དུས་ཐག་ཉེ*་བར་འབྲེལ་བ་དེའི་ཚོད་ཀྱིས་དེ་གཉིས་བར་གྱི་འབྲེལ་བ་*ཟབ་པ*་དང་། ཐུན་མོང་དུ་ཚང་བའི་གཟུགས་གཞིའི་ཁྱད་རྟགས་རྣམ་གྲངས་མང་བ་ཡོད། སྐྱེ་ལྡན་དང་སྐྱེ་ལྡན་ཉེ་རིགས་དག་དུས་ཀྱི་རྒྱུན་ཐག་ནང་འགྱུར་བཞིན་ཡོད་ལ། འབྲེལ་བ་ཇི་ཙམ་ཟབ་པ་དེའི་ཚོད་ཀྱིས་སྐྱེ་ལྡན་དེ་གཉིས་ཀྱི་ཐུན་མོང་གི་མེས་པོ་བྱུང་ཐག་ཉེ་བ་དང་། གཟུགས་གཞིའི་སྟེང་དུ་འགྱུར་བའང་ཉུང་བ་ཐེབས་ཡོད། ཕོ་མོ་རང་ཉིད་ཕོ་མོའི་གཅེན་པོ་དང་ཕོ་མོའི་སྐྱིད་མ་དང་ཧ་ཅང་འབྲེལ་ལ། རང་གི་སྐྱིད་མའི་གཅེན་པོ་དང་དེ་ཙམ་ཉེ་བར་འབྲེལ་མེད། རང་གི་སྐྱིད་མ་ཡི་སྐྱིད་མའི་གཅེན་པོ་དང་དེ་བས་ཀྱང་འབྲེལ་བ་ཉུང་ཞིང་། མི་མ་ཡིན་པའི་ནུ་གསོས་སེམས་ཅན་གཞན་དག་དང་དེ་བས་ཀྱང་འབྲེལ་བ་ཉུང་བ་ཡོད། འོན་ཀྱང་ཕོ་མོ་ཉིད་ནུ་གསོས་སེམས་ཅན་གཞན་ཀུན་དང་འབྲེལ་ཞིང་། དེར་མ་ཚད་འཚོ་བཞེས་ཀྱི་སྐྱེ་ལྡན་གཞན་ཀུན་དང་ཡང་འབྲེལ་བ་ཡོད་ཚུལ་འཕེལ་འགྱུར་གྱི་རིག་པས་བསྟན་གྱི་ཡོད། དེའི་རྒྱུ་མཚན་ནི། འདི་ལྟར་ཕོ་མོ་ཅག་གི་ཁྱིམ་རྒྱུད་སྡོང་པོ་འདི་(ལོ་ངོ་ཐེར་འབུམ་ ༩ སྔོར་གྱི་ཡུན་ཚད་ཀྱི་)དུས་ལ་ཕྱིར་ཤིག་བྱས་པ་ན་སྐྱེ་ལྡན་གྱི་རྣམ་པ་*ཀུན*་ལ་དོན་དངོས་ཐུན་མོང་གི་མེས་པོ་ཐུན་མོང་བ་གཅིག་ཡོད་པ་ཤེས་ཐུབ།

དཔེ་རིས་ ༥ཀ ནང་གསལ་བའི་ཚོགས་སྡེའི་འཕེལ་རིམ་མམ། ཁྱིམ་རྒྱུད་སྡོང་པོ་སྟབས་བདེ་དེར་ལྟོས་དང་། སྡོང་པོ་འདི་ནི་རྐུབ་ཏུས་ཀྱི་ཁྱད་རྟགས་གཞི་ལ་བཞག་ནས་བསྐྲངས་པ་ཞིག་ཡིན་ལ། འདིས་རྐུབ་ཏུས་ཅན་གྱི་སེམས་ཅན་ནང་ཕན་ཚུན་ཇི་ལྟར་འབྲེལ་ཚུལ་མཚོན་པ་ཡིན། རྐུབ་ཏུས་ལྡན་པའི་སེམས་ཅན་རྣམས་ལ་**སྐྲལ་ཚིགས་སྲོག་ཆགས**་ཟེར་ཞིང་། (དེ་ལས་ལྡོག་སྟེ་རྐུབ་ཏུས་མི་ལྡན་པའི་སེམས་ཅན་རྣམས་ལ་**སྐྲལ་ཚིགས་མེད་པའི་སྲོག་ཆགས**་ཟེར།) དེ་ཀུན་ལ་དུས་ཀྱི་རྒྱུན་ཐག་གི་མཚམས་ཤིག་ན་ཐུན་མོང་གི་མེས་པོ་གཅིག་ཡོད། རྐུབ་ཏུས་ལྡན་པ་དེ་སྡེ་ཚན་དབྱེ་འབྱེད་ཀྱི་ཁྱད་རྟགས་གནད་ཆེ་བ་ཞིག་ཡིན། སྡོང་པོ་དེའི་ཡན་ལག་གི་ཚིགས་རེ་རེས་ཐུན་མོང་གི་མེས་པོའི་གཟུགས་གཞིར་གནད་ཆེའི་འགྱུར་བ་ཞིག་བྱུང་བའི་སྒོ་ནས་སྐྱེ་ལྡན་གྱི་ཉེ་རིགས་གསར་པ་ཞིག་དོད་པ་མཚོན་པ་ཡིན། སྔར་གྱི་སྡེ་ཚན་དེར་ནང་གསེས་ཀྱི་སྡེ་ཚན་དབྱེ་བའི་དོན་དུ་སྐྱེ་དངོས་རིག་པ་བ་དག་གིས་ཏུས་པ་ཅན་གྱི་ལུས་སྒྲོམ་ལྡན་པའམ། ཡང་ན་སུག་ལག་བཞི་ཚང་བ་ལྟ་བུའི་ཁྱད་རྟགས་འཕར་མ་བསྣན་ཆོག་པ་ཡིན།



དཔེ་རིས། ༥ཁ ཚེ་སྲོག་གི་སྡོང་པོ། ཚེ་སྲོག་གི་སྡོང་པོ་ལ་གཙོ་ཆེ་བའི་ཡལ་གའམ་ཚོ་གསུམ་ཡོད་པ་ནི། ཨར་གི་ཕྲ་སྲིན། འབུ་ཕྲ་ཉིང་ཅན་སྐྱེ་ལྡན་བཅས་ཡིན། སྔོང་གི་དཔེ་རིས་ ༥ཀ ནང་གསལ་བའི་ཚོགས་སྡེའི་འཕེལ་རིམ་དེ་ནི་ཚེ་སྲོག་སྡོང་པོ་འདིའི་ཆ་ཤས་ཆུང་དུ་ཞིག་གི་ཁོངས་སུ་འདུས་པ་ཡིན།

གལ་ཏེ་ང་ཚོས་གོང་གི་སྡོང་པོ་ཆུང་ཆུང་དེ་ཚེ་སྲོག་ཧྲིལ་པོའི་སྡོང་པོའི་གསེབ་ཏུ་བསྒྲིགས་ན།(དཔེ་རིས། ༥(ཁ) གཞི་ནས་ང་ཚོས་འཚོ་བཞེས་ཀྱི་སྐྱེ་ལྡན་ཀུན་གཙོ་ཆེ་བའི་ཡལ་གའམ་ཚོ་གསུམ་དུ་ཕྱེས་པ་ཤེས་ཐུབ། དེ་དག་ནི། **ཨར་གི་ཕྲ་སྲིན། འབུ་ཕྲ། ཉིང་ཅན་སྐྱེ་ལྡན**་བཅས་ཡིན། དེ་གསུམ་ལས་ཨར་གི་ཕྲ་སྲིན་དང་འབུ་ཕྲའི་ཚོ་ཏུ་འདུས་པའི་སྐྱེ་ལྡན་ཀུན་ཕྲ་ཕྱུང་རྐྱང་ལྡན་ཡིན། འོན་ཀྱང་འདུས་རྟུལ་གྱི་རིམ་པར་ཚོ་དེ་གཉིས་ལ་ཕན་ཚུན་ཆེས་མི་འདྲ་བའི་ཁྱད་པར་ཡོད། དཔེར་ན། རང་རང་སོ་སོའི་ཊི་ཨེན་ཨེ་དེ་སྒྲི་དཀར་བཅུད་སྲུར་བའི་རྒྱུད་རིམ་དུ་ཞུགས་ཚུལ་དང་། ཚོ་དེ་གཉིས་སོ་སོར་གཏོགས་པའི་སྐྱེ་ལྡན་དག་གི་ཕྲ་ཕྱུང་ཕྱི་ཤུན་གྱི་རྫས་ཆ་གྲུབ་ཚུལ་བཅས་ལ་ཁྱད་པར་ཆེ་ཙམ་ཡོད། གོང་དུ་ང་ཚོས་གླེང་སློང་བྱས་པའི་ནུ་གསོས་སེམས་ཅན་གྱི་སྡེ་ཁག་ཐེ་བའི་སྲོག་ཆགས་ཀྱི་ཚན་ཁག་དེ་ཉིང་ཅན་སྐྱེ་ལྡན་གྱི་ཆ་ཤས་ཤིག་ཡིན་ཞིང་། དེ་ནི་ཕྲ་ཕྱུང་མང་ལྡན་གྱི་སྐྱེ་ལྡན་གྱི་ཚོ་ཞིག་རེད།

ད་གཟོད་ཤེས་པར་འགྱུར་བ་བཞིན། ཚུལ་འདི་ལྟར་དུ་གྲུང་བསྒྲིགས་པའི་ཚེ་སྲོག་གི་སྡོང་པོའི་བཀོད་པ་འདི་དག་ཚན་རིག་གི་རིག་པ་དུ་མ་ནས་བརྗོད་པའི་དོན་སྙིང་ཅན་གྱི་དཔང་རྟགས་མི་ཉུང་བས་རྒྱབ་གཉེར་བྱེད་ལ། དེ་ལྟར་ནའང་ཚན་རིག་གི་སྡེ་ཚན་ཀུན་དང་མཚུངས་པར་འདི་དག་ཀྱང་དཔེ་ཚད་ཙམ་ཡིན་པས། དངོས་བཤེར་བརྟག་དཔྱད་རྒྱུན་མཐུད་དུ་བསྐྱང་རིམ་བཞིན་དོན་གནས་གསར་རྟོགས་བྱུང་བ་དང་གོ་བསྟུན་ཏེ་དཔེ་ཚད་འདི་དག་ལའང་ལེགས་བཅོས་འགྱུར་བ་ཐེབས་སྲིད་པ་ཡིན།

When you did your classification activity (refer to "Your Turn: Organizing Life" on page 26), you selected particular characteristics on which to base your separation of groups. The construction of phylogenies requires a careful refinement and selection of the traits used to develop trees. We select characteristics that are **inherited** (come from) common ancestors. Such traits are called **homologies**. One example of a homology is having four limbs like tigers, lizards and bats do. Having four limbs inherited from their parents and by their offspring provides evidence that these animals are more closely related to each other than any of them are related to animals without four limbs, animals like birds or fish. Another common way to develop phylogenies is by using similarity in molecules. It turns out that the homologies in parts of organisms—wings, legs, etc.—are also reflected in the molecules that build and constitute those parts. Later, we will discuss phylogenies built with one such molecule, DNA.

YOUR TURN: HOMOLOGY

Find a common trait of these animals.

People throughout history and including many today often make the mistake of thinking family trees are arranged like ladders, so that organisms at the bottom of the tree are less advanced than those at the top. This is an artifact of the drawing and is not true; phylogenies only demonstrate the relatedness of organisms, not their relative 'advancement', although there is often more complexity in organisms higher in the tree. This concept of 'advanced' versus 'complex' is a tricky one we will illustrate with an example. Bacteria and archaea (together known as **prokaryota** or prokaryotes) are single-celled organisms, while eukaryota like us are multicellular. As we will discuss in more detail below, eukaryotic cells are much more complex; they have more compartments and components to their cells and interact with each other in more complex ways than prokaryotic cells. Nevertheless, neither cell type is more advanced. While you might say, 'But multicellular organisms like us can do many more things and make much more progress in life than unicellular organisms!' I would respond by saying, 'Yes, but unicellular organisms are very successful in their own ways: for example, they can reproduce much faster and more efficiently than we (half an hour and without a mate for prokaryotes versus nine months with a mate for humans!), and they can live in very harsh environments in which we wouldn't survive for very long.'

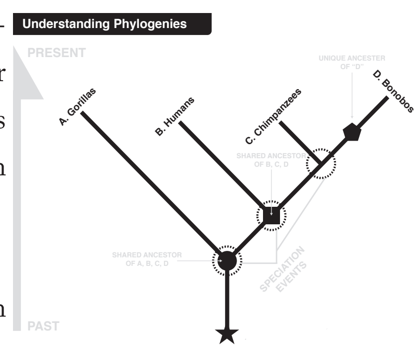


Figure 6: Primate phylogeny. Humans and chimpanzees shared a common ancestor that was neither human nor chimp.

Another common misconception is that humans evolved from chimpanzees, but when we look at the phylogeny in Figure 6, we see that instead humans and chimpanzees *shared a common ancestor* that was neither human nor chimp. *After* the split, just like after all such splits between all species, humans and chimps became distinct in other ways.

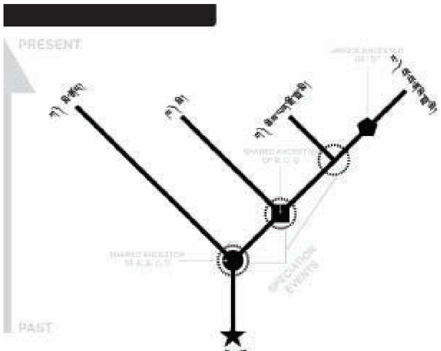
Finally, looking at the species, like humans, at the ends or tops of the trees one might be fooled into thinking that evolution has stopped in these organisms, that there is no

ཁྱོད་ཀྱི་རིས་མོས།
ཁྱངས་མཐུན་ཁྱད་རྣམ།

སེམས་ཅན་འདི་དག་སྟེང་གི་ཐུན་མོང་གི་ཁྱད་རྣམ་ཞིག་ངོས་ཟུངས།

ཁྱོད་ཀྱིས་གོང་དུ་སྔེ་ཚན་དབྱེ་འབྱེད་ཀྱི་མ་ལག་ལ་གཤར་སྦྱང་(ཤོག་གྲངས་ ༡༡ ཐོག་གསལ་བའི་"ཁྱོད་ཀྱི་རིས་མོས། ཚེ་སྲོག་གི་གོ་རིམ་སྒྲིག་ཚུལ།"ལ་ལྟོས།)བྱས་པའི་སྐབས་སྔེ་ཚན་གྱི་དབྱེ་བ་འབྱེད་གཞིར་ཁྱོད་ཀྱིས་ཁྱད་རྟགས་ངེས་ཅན་འགའ་ཞིག་བདམས་ཡོད། ཚོགས་སྡེའི་འཕེལ་རིམ་སྒྲིག་པའི་གོ་རིམ་ནང་གང་ལ་བརྟེན་ནས་སྔོན་པོ་བསྐྱང་རྒྱུའི་ཁྱད་རྟགས་རྣམས་ཡིད་གཟབ་ཆེན་པོས་གདམ་སེལ་དབྱེ་ཞིབ་བྱེད་དགོས། ང་ཚོས་ཐུན་མོང་གི་མེས་པོ་དག་ལས་**རྒྱུད་འདེད་བྱས་ནས་ཐོབ་པའི་**ཁྱད་རྟགས་གདམ་སེལ་བྱེད་ཀྱི་ཡོད། ཁྱད་རྟགས་དེ་འདྲའི་རིགས་ལ་**ཁྱངས་མཐུན་ཁྱད་རྣམ་**ཟེར་བ་ཡིན། སྟག་དང་རྩངས་པའི་རིགས་དང་། ཕ་ཝང་ལྟ་བུ་ལ་ཚང་བའི་སུག་ལག་བཞི་ལྡན་ལྟ་བུ་ནི་ཁྱངས་མཐུན་ཁྱད་རྣམ་གྱི་དཔེ་མཚོན་ཞིག་ཡིན། རང་གི་ཕ་མ་ལས་རྒྱུད་འདེད་ཀྱི་ལམ་ནས་སུག་ལག་བཞི་རང་ལ་མངའ་བ་དང་། དེ་ཉིད་རང་གི་རྒྱུད་འཛིན་ལའང་བརྒྱུད་སྤྲོད་བྱེད་པ་འདིས། སུག་ལག་བཞི་མི་ལྡན་པའི་བྱ་དང་ཉ་ལྟ་བུ་ལ་ལྟོས་ཏེ་གོང་གི་སེམས་ཅན་འདི་དག་ནང་ཕན་ཚུན་འབྲེལ་བ་དམ་པོས་བཅིངས་པར་བདེན་དཔང་བྱེད་ཀྱི་ཡོད། ཚོགས་སྡེའི་འཕེལ་རིམ་སྒྲིག་པའི་ཐབས་ཚུལ་ཞིག་ནི་འདུས་རྡུལ་གྱི་འདྲ་སའི་ཚ་རྣམས་སྤྱད་རྒྱུ་དེ་ཡིན། གཤོག་པ་དང་རྐང་པ་ལྟ་བུ་སྐྱེ་ལྡན་སྲོག་ཆགས་ཀྱི་ལུས་པོའི་ཆ་ཤས་སྟེང་གི་ཁྱངས་མཐུན་ཁྱད་རྣམ་གྱི་སྣང་ཚུལ་རྣམས། དེ་དག་གང་ལས་གྲུབ་པའི་འདུས་རྡུལ་གྱི་རིམ་པར་ཡང་གསལ་ཡོད་པ་ཉིད་སོན་བྱུང་ཡོད། དཔེར་ན་ང་ཚོས་དེ་ལྟ་བུའི་འདུས་རྡུལ་གྱི་རིགས་གཅིག་སྟེ། ཌི་ཨེན་ཨེ་གཞི་ལ་བྱས་ཏེ་བསྡུར་བའི་ཚོགས་སྡེའི་འཕེལ་རིམ་སྒྲོར་གྲོས་སྟར་བྱ་རྒྱུ་ཡིན།

མིའི་ལོ་རྒྱུས་ནང་དེང་སང་གི་མིའི་འགྲོ་བ་ཟེ་བའི་མི་མང་པོས། ཁྱིམ་རྒྱུད་སྡོང་པོའི་སྐབས་ཀྱི་སྙིགས་བུ་ལྟ་བུའི་བཀོད་པ་འདིའི་མཐིལ་དུ་འཁོད་པའི་སྐྱེ་ལྡན་གྱི་རྣམ་པ་རྣམས་སྡོང་པོའི་རྩེ་མོར་འཁོད་པའི་སྐྱེ་ལྡན་གྱི་རྣམ་པ་དག་ལ་ལྟོས་ཏེ་ཡར་ཐོན་གྱི་ཚད་གཞི་དམའ་བར་གཟུང་གི་ཡོད། འོན་ཀྱང་ལྟ་ཚུལ་འདི་ནི་འཁྲུལ་བ་ཅན་ཞིག་ཡིན། འདི་ནི་དཔེ་རིས་ནང་གི་མཚོན་ཚུལ་ཙམ་ཞིག་ལས། དོན་དངོས་དེ་ལྟར་མིན། ཚོགས་སྡེའི་འཕེལ་རིམ་གྱིས་སྐྱེ་ལྡན་ཕན་ཚུན་གྱི་འབྲེལ་བའི་གནས་ལུགས་ཙམ་སྟོན་པ་ཡིན་གྱི། ཕན་ཚུན་ལྟོས་བཅས་ཀྱི་ཡར་ཐོན་གྱི་རྣམ་པ་མཚོན་གྱི་མེད། དེ་ལྟར་ནའང་གནས་སྐབས་ཕལ་མོ་ཆེར་སྡོང་པོའི་རྩེ་མོའི་ཕྱོགས་སུ་ཇེ་མཐོར་འཛེགས་རིམ་བཞིན་དུ་སྐྱེ་ལྡན་དེ་དག་གི་(ཕུང་གཟུགས་ཀྱི་)གནས་ལུགས་རྙོག་འཛིང་ཇེ་ཆེར་འགྲོ་བ་ཙམ་མཚོན་ཐུབ། སྤྱིར་ན་"ཡར་ཐོན་ཅན་"དང་"རྙོག་འཛིང་ཅན་"གཉིས་ཀྱི་མཚམས་སོ་སོར་ཕྱེ་རྒྱུ་ལས་སླ་པོ་ཞིག་མིན་པ་ནི་གཤམ་གྱི་དཔེ་མཚོན་ལས་གསལ་བར་འགྱུར། དེ་ལ་འབུ་ཕྲའི་རིགས་དང་ཨང་ཀི་ཕྲ་སྲིན་གྱི་རིགས་གཉིས་ཕྲ་ཕུང་ཆེག་རྐྱང་གི་སྐྱེ་ལྡན་ཡིན་ལ་(གཉིས་ཀའི་ཚོགས་ལ་ཐུན་མོང་དུ་ཉིང་**བྲལ་སྐྱེ་ལྡན**་ཟེར་བ་ཡིན)། མི་ལྟ་བུའི་ཉིང་ཅན་སྐྱེ་ལྡན་རིགས་རྣམས་ཕྲ་ཕུང་མང་ལྡན་གྱི་སྐྱེ་ལྡན་ཡིན། གཤམ་དུ་ང་ཚོས་རིམ་པས་ཞིབ་བསྡུར་བྱ་རྒྱུ་བཞིན། ཉིང་ཅན་གྱི་ཕྲ་ཕུང་རྣམས་ཆེས་ཧ་ཅང་རྙོག་འཛིང་ཆེ་བ་དང་། དེ་དག་གི་ཕྲ་ཕུང་རྣམས་ཉིང་བྲལ་སྐྱེ་ལྡན་གྱི་ཕྲ་ཕུང་དག་ལ་ལྟོས་ཏེ་ཁྱང་ཁེག་དང་གྲུབ་ཆ་མང་བ་དང་། ཕན་ཚུན་འདྲེས་སྦྱོར་རྙོག་འཛིང་ཆེ་བ་ཡོད། དེ་ལྟར་ནའང་ཕྲ་ཕུང་གི་རིགས་དེ་གཉིས་པོ་ཕན་ཚུན་ལྟོས་བཅས་ཀྱིས་ཡར་ཐོན་ཆེ་ཆུང་གི་གོ་གནས་ལ་ངེས་པ་མེད། གལ་ཏེ་ཁྱོད་ཀྱིས། མིའི་འགྲོ་བ་ཟེ་བའི་ཕྲ་ཕུང་མང་ལྡན་གྱི་སྐྱེ་ལྡན་རྣམས། ཕྲ་ཕུང་ཆེག་རྐྱང་གི་སྐྱེ་ལྡན་དག་ལ་ལྟོས་ན། ལས་ཀྱི་རྣམ་གྲངས་མང་བར་ཞུགས་པ་དང་། འཚོ་བཞེས་ཀྱི་གོ་རིམ་ཁྲོད་ཡར་རྒྱས་ཀྱི་རྣམ་པ་མང་བ་ཡོད་པ་མིན་ནམ་ཞེས་དྲིས་ན། དེར་ངས་ཀྱང་མོས་མཐུན་བྱེད། དེ་ལྟར་ནའང་ཕྲ་ཕུང་ཆེག་རྐྱང་གི་སྐྱེ་ལྡན་རྣམས་རང་གི་སྒོས་ཀྱི་སྤྱོད་ཚུལ་གནས་ལུགས་དག་ལ་གཞིགས་ན་ཧ་ཅང་འཕྲུལ་སྒོ་ཚང་བ་ཞིག་ཡིན་ཏེ། དཔེར་ན། (མིའི་འགྲོ་བ་རྣམས་སྐྱེ་འཕེལ་བྱེད་པར་ཟླ་དགུ་ཙམ་དགོས་ཤིང་སྨོམ་སྦྱོར་གྱི་ཟླ་བོ་ཞིག་ལ་ལྟོས་དགོས། འོན་ཀྱང་ཉིང་བྲལ་སྐྱེ་ལྡན་དག་ནི་སྨོམ་སྦྱོར་གྱི་ཟླ་བོ་མེད་པར་དུས་ཡུན་ཆུ་ཚོད་བྱེད་ཀའི་ནང་སྐྱེ་འཕེལ་ནུས་པས།) མི་ལ་ལྟོས་ཏེ་ཧ་ཅང་མགྱོགས་པ་དང་། ཧ་ཅང་འདྲུག་པ་བདེ་བ་ཡིན། མ་ཟད་དུས་ཡུན་རིང་མོར་མིའི་འགྲོ་བ་རྣམས་འཚོ་སྡོད་བྱེད་མི་ནུས་སའི་གཉེན་འཕྲང་ཅན་གྱི་ཁོར་ཡུག་དག་ཏུའང་ཉིང་བྲལ་སྐྱེ་ལྡན་དེ་དག་འཚོ་སྡོད་བྱེད་ཐུབ་ཀྱི་ཡོད།



དཔེ་རིས། ༨
སྙོ་ལྡན་སྡེའི་སེམས་ཅན་གྱི་ཚོགས་སྡེའི་འཕེལ་རིམ།
མི་དང་ཆིམ་པན་ཟཱི་གཉིས་ལ་མི་དང་ཆིམ་པན་ཟཱི་གཉིས་པོ་གང་ཡང་མིན་པའི་ཐུན་མོང་གི་མེས་པོ་ཞིག་ཡོད།

ཡང་འཁྲུལ་གཞི་གཞན་ཞིག་ནི། མིའི་འགྲོ་བ་རྣམས་ཆིམ་པན་ཟཱི་ལས་འཕེལ་འགྱུར་བྱུང་བར་བལྟས་པའི་ཡོངས་གྲགས་ཀྱི་ལྟ་ཚུལ་དེ་ཡིན། དཔེ་རིས་ ༨ ནང་གསལ་བའི་ཚོགས་སྡེའི་འཕེལ་རིམ་ལ་བལྟས་ན། མི་དང་ཆིམ་པན་ཟཱི་གཉིས་དེ་གཉིས་གང་ཡང་མིན་པའི་**ཐུན་མོང་གི་མེས་པོ་གཅིག་ལས་**མཆེད་ཚུལ་ཞིག་ང་ཚོས་མཐོང་གི། དེ་ལས་གཞན་མི་ཉིད་ཆིམ་པན་ཟཱི་ལས་མཆེད་ཚུལ་མི་མཐོང་། སྐྱེ་ལྡན་གྱི་རིགས་ཀུན་མཐར་ཕན་ཚུན་ཁ་འགྱེ་ཚུལ་གྱི་སྤྱི་འགྲོས་དེ་དང་མཐུན་པར། མི་དང་ཆིམ་པན་ཟཱི་གཉིས་པོ་ཡང་སོ་སོར་གྱེས་པའི་རྗེས། དེ་གཉིས་ལམ་ཐིག་སོ་སོ་དེད་དེ་རང་རང་གི་རིགས་རྒྱུད་ཟུར་གསལ་སོ་སོར་ཕྱེས་ཡོད།

མཐའ་དོན། ཁྱིམ་རྒྱུད་སྡོང་པོའི་རྩེ་མོར་གནས་པའི་སྐྱེ་ལྡན་ཉེ་རིགས་དཔེར་ན་མི་ལྟ་བུར་བལྟས་པའི་སྐབས། སྐྱེ་ལྡན་དེ་དག་གི་འཕེལ་འགྱུར་གྱི་རྒྱུད་རིམ་དེ་ཆ་མཚམས་བཞག་པ་མིན་ནམ། སྡོང་པོ་དེ་དག་ལ་སླར་ཡང་ཡལ་ག་སྔོན་མ་སྐྱེ་བའི་ནུས་པ་མེད་པར་གྱུར་བ་མིན་ནམ་སྙམ་པའི་འཁྲུལ་གཞི་འབྱུང་སྲིད། འོན་ཀྱང་དོན་དངོས་སུ་ནི། སྐྱེ་ལྡན་རྣམས་ཁོར་ཡུག

longer potential for more branches from them; however, organisms are always adapting to their environments, always evolving. It's just that the trees only represent time up to the present.

How long did it take for humans to evolve? What are the timeframes we are discussing here? How long does it take for species to evolve and new branches to form on the trees? Before we add the variable of time to our family trees, let's take a step back in time. . .

TIME AND DEEP TIME

As you learn when studying physics and cosmology, over the past few hundred years in the West, it was commonly believed that the universe is only a few thousand years old. However, as researchers studied our planet, they realized the universe must be much older. And by the early part of the twentieth century, it became clear Earth is at least hundreds of millions of years old.

Telescopes allowed astronomers to view deeply into the universe and see that the cosmos are immense. Our galaxy is thought to contain a hundred billion stars, and researchers saw that the universe contains around one hundred billion galaxies. These galaxies are massive and spread through space with great distances separating them (Figure 7).

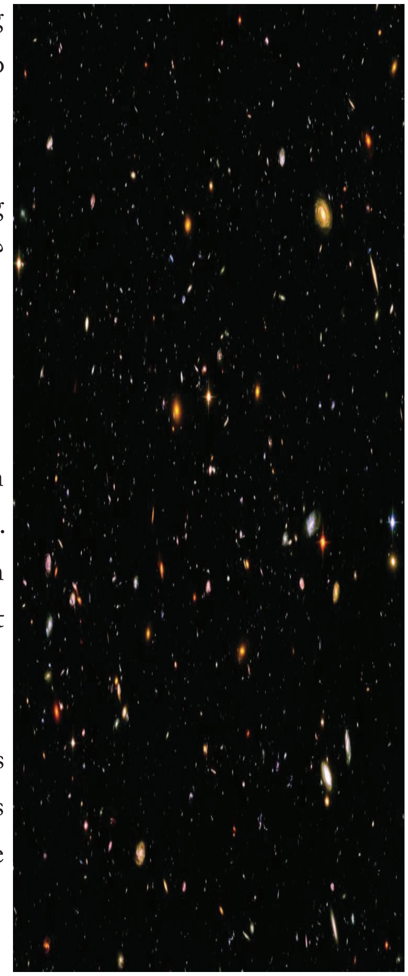


Figure 7: Deep Field from the Hubble telescope. The "Deep field" is an image of a small region in the constellation Ursa Major, The Hubble Deep Field is constructed from a series of observations by the Hubble Space Telescope. The image was assembled from 342 separate photographs taken over ten consecutive days between December 18 and December 28, 1995.

Edwin Hubble noted in the early part of the 20th century that the galaxies in our universe are moving away from each other at very fast speeds. Galaxies which are closer to us appear to move away slower than galaxies that are further away. This suggests there was a massive explosion, the so-called Big Bang, in the distant past from which came all material in the universe.

Scientists have integrated the information about the velocities of galaxies moving away from us, the distances of other galaxies, and other data to determine that our universe is approximately 13.7 billion years old!

The very early universe was probably incredibly small and intensely hot and energetic. As the universe expanded, it cooled and this allowed for its parts to interact with each other. Approximately 10 billion years ago, the matter of the universe began to form into galaxies and as this occurred, relatively small knots of matter coalesced so tightly that they became extremely hot. Our solar system, the sun and the planets that orbit it, is an example of one of these knots, and it is about 5 billions years old.

Initially Earth was also a molten mass, but over time the planet cooled and formed a

ལ་དུས་རྟག་ཏུ་བསྟུན་འགྱུར་བྱེད་ཀྱིན་དུ་གནས་པས། དུས་རྟག་ཏུ་འཕེལ་འགྱུར་འབྱུང་བཞིན་ཡོད། དེས་ན་སྟོང་པོ་དེ་དག་གིས་ད་ལྟའི་བར་གྱི་དུས་ཀྱི་འགྱུར་འགྲོས་ཙམ་མཚོན་པ་ཡིན།

མིའི་འགྲོ་བའི་བར་འཕེལ་འགྱུར་བྱུང་བར་དུས་ཡུན་ཇི་ཙམ་འགོར་ཡོད་དམ། འདིར་གྲོས་གཞིར་འཁྱེར་བའི་དུས་ཀྱི་རྒྱུན་ཐག་གི་ཚད་གཞི་དེ་ཇི་ཙམ་ཞིག་ལ་འཇོག་དགོས་སམ། སྐྱེ་ལྡན་ཉེ་རིགས་ཤིག་གསར་དུ་ཐོན་པ་དང་ཁྱིམ་རྒྱུད་ཀྱི་སྟོང་པོར་ཡལ་ག་གསར་པ་ཐོགས་པར་དུས་ཡུན་ཇི་ཙམ་འགོར་གྱི་ཡོད་དམ། ང་ཚོའི་ཁྱིམ་རྒྱུད་ཀྱི་སྟོང་པོ་དང་དུས་ཀྱི་རྒྱུན་ཐག་གི་ཚད་གཞི་གཉིས་མཚམས་སྦྲེལ་མ་ཐུབ་གོང་། ངོ་ཚོས་དུས་ལ་ཕྱིར་ལོག་ཅིག་བྱའོ།།

དུས་དང་ཕུགས་ཐག་རིང་བའི་དུས།

ཁྱོད་ཀྱིས་དངོས་ཁམས་རིག་པ་དང་འཛིག་རྟེན་ཁམས་དངོས་རིག་པ་སློབ་སྦྱོང་བྱས་སྐབས་ཤེས་རྟོགས་བྱུང་བ་བཞིན། འདས་པའི་ལོ་ངོ་བརྒྱ་ཕྲག་ཁ་ཤས་ཀྱི་རིང་ནུབ་ཕྱོགས་ཁུལ་དུ་མི་རྣམས་ཀྱིས་ཡོངས་གྲགས་སུ་འཛིག་རྟེན་གྱི་ཁམས་ནི་ལོ་ངོ་སྟོང་ཕྲག་ཁ་ཤས་ཙམ་ལས་མ་འདས་པར་ཡིད་ཆེས་བྱེད་ཀྱི་ཡོད། དེ་ལྟར་ནའང་ཞིབ་བཤེར་བ་དག་གིས་ང་ཚོའི་ས་ཡི་གོ་ལར་དབྱེ་ཞིབ་བྱས་པ་བརྒྱུད། འཛིག་རྟེན་གྱི་ཁམས་ནི་དེ་བས་ཀྱང་ལོ་ངོ་ཧ་ཅང་མང་བའི་རྙིང་པ་ཡིན་དགོས་པར་ཤེས་རྟོགས་བྱུང་ཡོད། དེ་ནས་རིམ་གྱིས་དུས་རབས་ཉི་ཤུ་པའི་འགོ་སྟོད་དུ་སླེབས་སྐབས། སའི་གོ་ལ་འདི་ཉིད་ཆགས་ནས་མ་མཐར་ཡང་ལོ་ངོ་དུང་ཕྱུར་ཁ་ཤས་སོང་ཟིན་པའི་གནས་ཚུལ་གསལ་རྟོགས་བྱུང་ཡོད།

གནམ་དཔྱད་རིག་པ་བ་དག་གིས་རྒྱང་མཐོང་ཚེ་ཤེལ་བརྒྱུད་འཛིག་རྟེན་ཁམས་ཀྱི་ཆེས་གཏིང་ཟབ་པའི་ཇམས་སུ་ཞིབ་ལྟ་བྱས་ཐུབ་པ་བྱུང་ཞིང་། དེ་ལ་བརྟེན་ནས་འཛིག་རྟེན་གྱི་ཁམས་འདི་ཉིད་ཆེས་ཧ་ཅང་རྒྱ་ཆེ་བ་ཡིན་པར་ཤེས་རྟོགས་བྱུང་ཡོད། ང་ཚོའི་དགུ་ཚིགས་གཅིག་པུའི་ནང་སྐར་མ་ཐེར་འབུམ་བརྒྱ་ཕྲག་གཅིག་ཡོད་པའི་ཚོད་དཔག་བྱེད་ཀྱི་ཡོད་ལ། ཞིབ་བཤེར་བ་དག་གིས་(ང་ཚོའི་)འཛིག་རྟེན་གྱི་ཁམས་ནང་དགུ་ཚིགས་དེ་འདྲ་ཐེར་འབུམ་བརྒྱ་ཕྲག་གཅིག་ཡོད་པ་ཤེས་རྟོགས་བྱུང་ཡོད། དགུ་ཚིགས་འདི་དག་ཧ་ཅང་རྒྱ་ཆེ་ཞིང་། ཕན་ཚུན་དབར་རྒྱང་ཐག་ཧ་ཅང་ཆེན་པོས་ཆོད་པའི་སྒོས་ནམ་མཁའི་ཁྱོན་ལ་གདལ་ཅིང་ཁྱབ་ནས་ཡོད་པ་རེད། (དཔེ་རིས། ༧)

དཔེ་རིས། ༧

ཧབ་བྷལ་རྒྱང་མཐོང་ཚེ་ཤེལ་བརྒྱུད་མཐོང་བའི་ཇམས་ཆེ་བའི་ཁུལ། "ཇམས་ཆེ་བའི་ཁུལ"ནི་ཞུར་ས་མེ་ཇོར་སྐར་ཚོགས་ཁྲོད་རྒྱ་ཁྱོན་ཆུང་དུ་ཞིག་གི་གཟུགས་རིས་ཤིག་ཡིན་ཞིང་། ཧབ་བྷལ་ཇམས་ཁུལ་(གྱི་པར་རིས་)འདི་ཉིད་ཧབ་བྷལ་མཁའ་དབྱིངས་རྒྱང་ཤེལ་བཀོལ་སྤྱོད་བྱས་པ་བརྒྱུད་ལྟ་ཞིབ་རིམ་པར་བྱས་པ་ལས་སྒྲིག་གསོམ་བྱས་པ་ཞིག་ཡིན། གོང་གསལ་གྱི་གཟུགས་རིས་དེ་བཞིན་ཕྱི་ལོ་ ༡༩༩༥ ཕྱི་ཟླ་ ༡༢ ཚེས་ ༡༨ ནས་ ༢༨ བར་ཉིན་བཅུ་བསྡུད་མར་བསྐྲུངས་པའི་འཛད་པར་སོ་སོ་བ་༣༤༢ གྱོགས་གཅིག་ཏུ་སྒྲིག་སྦྱོར་བྱས་པ་ལས་གྲུབ་པ་ཞིག་ཡིན།

ང་ཚོའི་འཛིག་རྟེན་ཁམས་ཀྱིས་བསྟུས་པའི་དགུ་ཚིགས་དེ་དག་མགྱོགས་ཚད་ཧ་ཅང་མཐོན་པོའི་སྒོ་ནས་ཕན་ཚུན་གཅིག་ལས་གཅིག་རྒྱང་ཐག་རིང་སར་གྱིས་རྒྱུ་བྱེད་བཞིན་དུ་གནས་པ་སྐུ་ཞབས་ཨེཊ་ཝིན་ཧབ་བྷལ་ལ་དུས་རབས་ཉི་ཤུའི་འགོ་སྟོད་ཙམ་ནས་ཐུགས་སྣང་བྱུང་ཡོད། ང་ཚོའི་ཐག་ཉེར་འཁོད་པའི་དགུ་ཚིགས་དེ་ཚོ་ཐག་རིང་སར་འཁོད་པའི་དགུ་ཚིགས་དེ་དག་ལ་ལྟོས་ཏེ་བུལ་བར་གྱིས་རྒྱུ་བྱེད་ཀྱི་ཡོད། འདིས་ཆེས་སྔ་བའི་དུས་སུ་འབར་གས་ཆེན་པོར་འཐོན་པའི་ཧ་ཅང་གཞི་རྒྱ་ཆེ་བའི་གས་འཐོར་གྱི་རིམ་པ་ཞིག་བྱུང་བ་དང་། དེ་ལས་འཛིག་རྟེན་ཁམས་ཀྱི་དངོས་གཟུགས་ཀུན་བྱུང་བར་བརྒྱུད་སྟོན་བྱེད་ཀྱི་ཡོད།

ཚན་རིག་པ་རྣམས་ཀྱིས་ང་ཚོ་ནས་གྱེས་རྒྱུ་བྱེད་ཀྱིན་པའི་དགུ་ཚིགས་མ་ལག་རྣམས་ཀྱི་མྱུར་ཚད་སྐོར་གྱི་གནས་ཚུལ། དགུ་ཚིགས་མ་ལག་གཞན་གྱི་རྒྱང་ཚད། གཞན་ཡང་འབྲེལ་ཡོད་གནས་ཚུལ་མང་དག་ཅིག་མཉམ་སྡེབ་བྱས་པ་ལ་བརྟེན་ནས། ང་ཚོའི་འཛིག་རྟེན་གྱི་ཁམས་འདི་ཉིད་ཆགས་ནས་ཕལ་ཆེར་ལོ་ངོ་ཐེར་འབུམ་༡༣.༧ ཐལ་ཟིན་པའི་ཚོད་རྩིས་རྒྱག་གི་ཡོད།

ཆེས་ཡར་སྔོན་གྱི་འཛིག་རྟེན་གྱི་ཁམས་དེ་ཕལ་ཆེར་བོངས་ཚད་ཧ་ཅང་ཆུང་ལ། ཚ་ཚད་དང་ཤུགས་ཚད་ཆེས་མཐོན་པོ་ཡོད་ངེས་ཡིན། དེ་ནས་རིམ་གྱིས་འཛིག་རྟེན་ཁམས་འཕེལ་རྒྱས་ཕྱིན་པ་དང་ཆབས་ཅིག་དེའི་དྲོད་ཚད་ཆག་ཅིང་། དེ་ལ་བརྟེན་ནས་དེའི་ཆ་ཤས་ནང་ཕན་ཚུན་དབར་སྦྲེལ་སྦྱོར་ཐེབས་ཡོད། ཕལ་ཆེར་ལོ་ངོ་ཐེར་འབུམ་བཅུའི་ཡར་སྔོན་ཙམ་དུ་འཛིག་རྟེན་ཁམས་ཀྱི་ཐིམ་གཟུགས་རྣམས་དགུ་ཚིགས་ཀྱི་ངོ་བོར་གྱུར་ཅིང་། འདི་བྱུང་བ་དང་མཉམ་དུ་ཐིམ་གཟུགས་ལས་གྲུབ་པའི་མདུད་རྡོག་ཕྲ་མོ་མང་པོ་ཕན་ཚུན་དམ་པོར་བཅིངས་ཤིང་བསྡོམས་པས་ཧ་ཅང་ཚ་པོར་གྱུར་ཡོད་ཚོག། ང་ཚོའི་ཉི་མའི་ཁྱིམ་རྒྱུད་(དེ། ཉི་མ་དང་དེ་ལ་སྐོར་བ་རྒྱག་པའི་གཟའ་སྐར་དེ་རྣམས་)ནི་གོང་གི་མདུད་རྡོག་དེ་འདྲའི་དཔེ་མཚོན་ཞིག་ཡིན་ཞིང་། དེ་དག་ཆགས་ནས་ལོ་ངོ་ཐེར་འབུམ་ལྔ་སྐོར་ཐལ་ཟིན།

དང་ཐོག་སའི་གོ་ལ་འདི་ཉིད་མེ་ཞུན་གྱི་གོང་བུ་ཞིག་ཡིན་ལ། དེ་ནས་རིམ་གྱིས་དེའི་དྲོད་ཚད་མར་ཆག་ནས་ཕྱི་ངོས་ཀྱི་ས་རྒྱ་སྲ་པོ་དེ་གྲུབ། དེ་ནས་ལོ་ངོ་མང་པོའི་རིང་ཆར་རྒྱུན་ཧ་ཅང་ཆེན་པོ་བབས་པ་ལས་སའི་གོ་ལའི་སྟེང་དུ་ད་ལྟ་ང་ཚོའི་མཐོང་

hard crust on its surface. Massive rains that lasted for many, many years led to the formation of the oceans and other bodies of water we now see on Earth. Although most of the materials that make up our planet were in place, Earth was lifeless for approximately a billion years. Then, around 3.8 billion years ago, life began.

CHANGE OVER TIME

The Buddha said that nothing is constant. In this, modern science and Buddhism are in complete agreement. All processes, people, societies, everything we know will be different tomorrow and the day after. Nothing stays the same in our world, and time is a way of measuring that change. Change over time is seen in the development of children; their limbs grow as they age, and eventually their bodies and personalities become that of an adult. Similar change occurs in all living things, including other animals and plants.

IN-DEPTH: WHAT IS A BILLION?

Even thinking about the meaning of one billion, like contemplating *skal-chan* or *grangs-med* in Buddhist literature, is difficult. In Western science, we think of our millions and billions as concrete numbers, no different really than the number 3 or 524. One billion seconds is about 30 years. I am 45 years old. So, if I started counting now to one billion, by the time I finished I would be a grandfather. And that's simply counting to a billion. Imagine one billion years, or 4 billion years! It's difficult, but not impossible.

One year one thousand times = a thousand years (a millennium)

One millennium one thousand times = a million years

One million years one thousand times = one billion years

YOUR TURN: UNDERSTANDING BIG NUMBERS

If 1 meter = a million years, what measure of length = the first identified life form (3.5-3.8 billion years), the Cambrian explosion of diversity of life (550-600 mya = million years ago), first mammals (250 mya), first primates (90 mya), first hominids (5-7 mya), first modern humans (150-200,000 years ago) and finally, the average span for a human life ~ 75 years?

In our discussion of building family trees, we talked about time and differences. We discussed how organisms that are more related are more similar. How do we specifically measure change in time and the events that happened long ago? What evidence do we use to determine the age and relatedness of organisms back in time?

Scientists use signatures of change within nature to help measure and learn about the past. The near and ancient past is written all around us. It is written in the trees, snow pack and rock layers.

ཆོས་སུ་གྲུབ་པའི་རྒྱ་མཚོ་དང་ཆུའི་གོང་བུ་གཞན་རྣམས་གྲུབ། གནས་སྐབས་དེ་དག་ཏུ་ང་ཚོའི་གོ་ལའི་གྲུབ་ཆའི་དངོས་རྫས་ཕལ་མོ་ཆེ་ཚང་བར་གྲུབ་ཡོད་ཀྱང་། ད་དུང་ལོ་ངོ་ཐེར་འབུམ་གཅིག་ཙམ་རིང་སའི་གོ་ལའི་སྟེང་དུ་ཚེ་སྲོག་གནས་ནས་མེད་པར་གནས། དེ་ནས་རིམ་གྱིས་ད་ལྟ་ནས་བརྩིས་པའི་ལོ་ངོ་ཐེར་འབུམ་༣༨ ཙམ་སྔོན་ལ་ཚེ་སྲོག་གྲུབ་པའི་འགོ་ཚུགས་པ་རེད།

དུས་ཀྱི་རྒྱུད་རིམ་ཁྲིད་ཀྱི་འགྱུར་བ།

སངས་རྒྱས་ཤཱཀྱ་ཐུབ་པས་སོར་གནས་ཀྱི་ཆོས་གཅིག་ཀྱང་མེད་པར་གསུངས་ལ། གནད་དོན་འདིའི་ཐད་དེང་རབས་ཀྱི་ཚན་རིག་དང་ནང་ཆོས་གཉིས་སྒོ་ཀུན་ནས་མཐུན་གྱི་ཡོད། ང་ཚོས་རྒྱུན་དུ་ཤེས་པའི་བྱེད་རིམ་དང་། མི་སྣ་དང་། སྤྱི་ཚོགས་དང་། གཞན་ཅི་ཞིག་ཡིན་ཡང་ཐམས་ཅད་སང་གི་དུས་སུ་ངོ་བོ་གཞན་དུ་འགྱུར་འགྲོ་བ་དང་། དེའི་ཕྱི་ཉིན་དེ་བས་ཀྱང་གཞན་དུ་འགྱུར་འགྲོ་བ་ཡིན། སའི་གོ་ལའི་སྟེང་གི་དངོས་པོ་གང་ཡང་རང་སོར་གནས་པ་གཏན་ནས་མེད་ལ། དུས་ནི་དེ་ལྟའི་འགྱུར་བའི་ཚད་གཞལ་བའི་ཐབས་ཤིག་ཡིན། དུས་ཀྱི་རྒྱུན་ཐག་ཁྲིད་ཀྱི་འགྱུར་བ་ནི་ཕྲུ་གུའི་འཚར་སྐྱེའི་གོ་རིམ་ལས་མཐོང་ཐུབ།

གདིང་ཚུགས་པའི་ལྟ་ཞིབ། ཇི་ཙམ་ཞིག་ལ་ཐེར་འབུམ་ཟེར་རམ།

ནང་པ་སངས་རྒྱས་པའི་གཞུང་ལུགས་ནང་གསལ་བའི་འགོར་གྲངས་"བསྐལ་ཆེན་"དང་"གྲངས་མེད་"ལྟ་བུའི་སྐོར་བསམ་གཞིག་བྱ་རྒྱུ་ལས་སླ་པོ་མིན། དེ་བཞིན་དུ་གྲངས་གནས་"ཐེར་འབུམ་"གྱི་གོ་དོན་ཐོག་བསམ་བློ་གཏོང་རྒྱུ་ཡང་དཀའ་པོ་ཡིན། སྐར་ཆག་ཐེར་འབུམ་གཅིག་ནི་ལོ་གྲངས་ ༣༠ ཐམ་པའི་ཡུན་ཚད་ཙམ་ཞིག་ཡིན། ཁོ་མོ་ད་ལྟ་རང་ལོ་ ༩༥ སོན་ཡོད་ལ། གལ་ཏེ་ད་ལྟ་ནས་འགོ་བརྩམས་ཏེ་ཁོ་མོས་གྲངས་གནས་ཐེར་འབུམ་གཅིག་བར་ཐད་ཀར་བགྲངས་པ་ཡིན་ན། རྩིས་གྲངས་དེ་ཡོངས་པའི་མཚམས་སུ་ཁོ་མོའི་ཕྲུ་གུར་ཡང་ཕྲུ་གུ་སྐྱེས་ཚར་བ་ཡིན་ཆོག ད་དུང་དེ་ནི་ཐེར་འབུམ་གཅིག་ཕྱེད་རྐྱང་ཙམ་ཞིག་ཐད་ཀར་བགྲངས་པ་ཡིན། དེ་ལས་གཞན། ལོ་ངོ་ཐེར་འབུམ་གཅིག་གམ། ཡང་ན་ལོ་ངོ་ཐེར་འབུམ་བཞིའི་དུས་ཡུན་ལ་བསམ་གཞིག་ཅིག་བྱས་དང་། དྲན་དྲན་དཀའ་མོ་ཡིན་པ་གསལ་པོ་ཡིན། དོན་ཀྱང་མི་སྲིད་པ་མིན།

ལོ་གཅིག་བྱས་པ་སྟོང་འགྱུར་ལ་ལོ་སྟོང་ཡོད། (སྟོང་ཚོ་གཅིག)

ལོ་སྟོང་ཚོ་གཅིག་བྱས་པ་སྟོང་འགྱུར་ལ་ལོ་ས་ཡ་གཅིག་ཡོད།

ལོ་ས་ཡ་གཅིག་བྱས་པ་སྟོང་འགྱུར་ལ་ལོ་ཐེར་འབུམ་གཅིག་ཡོད།

ཁྲོད་ཀྱི་རེས་མོས། གྲངས་གནས་མཐོན་པོ་ལ་རྒྱུས་ལོན་བྱེད་པ།

གལ་ཏེ་ལོ་ས་ཡ་གཅིག་གི་ཡུན་ཚད་དེ་(དཀྱུས་ཚད་ཀྱི་དབང་དུ་)མི་ཚེ་གཅིག་གི་རིང་ཐུང་དང་མཉམ་པར་བརྩིས་ན། ངོས་ཟིན་པའི་ཚེ་སྲོག་གི་རྣམ་པ་ཐོག་མ་དེ་བྱུང་བའི་བར་གྱི་ཡུན་ཚད་(ལོ་ངོ་ཐེར་འབུམ་༣༥ ནས་ ༣༨ བར་གྱི་ཡར་སྔོན་)དེ་དཀྱུས་ཚད་རིང་ཐུང་གང་ཞིག་དང་མཉམ་པར་བརྩིས་ཆོག་གམ། དེ་བཞིན་དུ། ཀེམ་བི་རི་ཡན་འཕེལ་མཆེད་དུ་འབོད་པའི་ཚེ་སྲོག་གི་རྣམ་པ་མི་འདྲ་བ་ཧ་ཅང་མང་པོ་(འཕེལ་འགྱུར་གྱི་ལྟ་སྟངས་ཀྱི་དབང་དུ་བྱས་པའི་དུས་ཡུན་ཐུང་དུ་ཞིག་གི་ནང་)འཕེལ་རྒྱས་བྱུང་བའི་དུས་ཚིགས་དེའི་བར་གྱི་ཡུན་ཚད་(ལོ་ངོ་ས་ཡ་ ༥༥༠ ནས་ ༦༠༠ བར་གྱི་ཡར་སྔོན་)དང་། ཉ་གསོས་སེམས་ཅན་ཐོག་མ་དེ་བྱུང་བའི་བར་གྱི་ཡུན་ཚད་(ལོ་ངོ་ས་ཡ་ ༢༥༠ སྔོན་)དང་། བློ་ལྡན་སྐྱེའི་སྲོག་ཆགས་ཀྱི་ཐོག་མ་དེ་བྱུང་བའི་བར་གྱི་ཡུན་ཚད་(ལོ་ངོ་ས་ཡ་ ༤༠ སྔོན་)དང་། སྤྲ་མི་ཐོག་མ་དེ་བྱུང་བའི་བར་གྱི་ཡུན་ཚད་(ལོ་ངོ་ས་ཡ་ ༥ ནས་ ༧ བར་གྱི་ཡར་སྔོན་)དང་། དེང་རབས་ཀྱི་མིའི་འགྲོ་བ་ཐོག་མ་དེ་བྱུང་བའི་བར་གྱི་ཡུན་ཚད་(ལོ་ངོ་འབུམ་ཕྲག་ ༡༥༠ ནས་ ༢༠༠ བར་གྱི་ཡར་སྔོན་)དང་། མཐའ་དོན། ད་ལྟའི་མིའི་ཚ་སྙོམས་ཀྱི་མི་ཚེའི་ཡུན་ཚད་དེ། ལོ་ངོ་ ༧༥ བཅས་པ་དཀྱུས་ཚད་རིང་ཐུང་གང་དང་མཉམ་པར་བརྩིས་ཆོག་གམ།

ནར་སོན་པ་དང་མཉམ་དུ་ཁོང་ཚོའི་རྐང་ལག་འཚར་སྐྱེ་བྱེད་ཅིང་། ནམ་ཞིག་ན་ཁོང་ཚོའི་ལུས་གཟུགས་དང་གཤིས་སྤྱོད་བཅས་པ་དར་མའི་རང་གཤིས་སུ་འགྱུར་བ་ཡིན། རྩི་ཤིང་དང་སེམས་ཅན་གཞན་ཐེ་བའི་སྲོག་ལྡན་གྱི་རྣམ་པ་ཀུན་གོང་གསལ་ལྟར་འགྱུར་བའི་རྒྱུད་རིམ་བརྒྱུད་དགོས་ཀྱི་ཡོད།

གོང་དུ་ཁྱིམ་རྒྱུད་སྟོང་པོ་སྐྲུན་ཚུལ་དང་འབྲེལ་བའི་གྲོས་སྡུར་ནང་ང་ཚོས་དུས་དང་ཁྱད་རྣམ་མི་འདྲ་བའི་སྐོར་གླེང་སློང་བྱས་ལ། གཉེན་ཚན་གྱི་འབྲེལ་བ་མང་བ་ཡོད་སའི་སྐྱེ་ལྡན་གྱི་རྣམ་པ་རྣམས་ནང་ཕན་ཚུན་འདྲ་སའང་མང་བ་ཡོད་ཚུལ་སྐོར་ང་ཚོས་གྲོས་སྡུར་བྱས། ང་ཚོས་དུས་ཀྱི་ཁྲོད་ཀྱི་འགྱུར་བ་དང་གནའ་བོའི་བྱུང་བ་རྣམས་ཚད་དམ་པོར་ཇི་ལྟར་གཞལ་ཐུབ་བམ། འདས་པའི་སྐྱེ་ལྡན་གྱི་རྣམ་པ་ཕན་ཚུན་དབར་གྱི་འབྲེལ་བའི་གནས་བབ་དང་། དེ་དག་གི་ལོ་རབས་བཅས་ངེས་གཏན་བྱེད་པར་དཔང་རྟགས་ཇི་འདྲ་ལ་བརྟེན་དགོས་སམ།

ཚན་རིག་པ་རྣམས་ཀྱིས་རང་བྱུང་གི་ཁྲོད་དུ་ལྷག་བསྡད་པའི་འགྱུར་འགྲོས་ཀྱི་མཚན་རྟགས་རྣམས་བཀོལ་སྤྱོད་ཀྱིས། དེ་དག་འདས་པའི་དངོས་པོའི་ཚད་གཞལ་བ་དང་ཤེས་བྱ་གསར་རྟོགས་ཐུབ་པའི་རམ་འདེགས་སུ་འཁྱེར་གྱི་ཡོད། དེ་ཡང་ང་ཚོའི་ཁོར་ར་ཁོར་ཡུག་ཏུ་ཉེ་ལམ་དང་རིང་མོའི་འདས་པའི་སྐོར་གྱི་མཚན་རྟགས་ཀྱིས་ཡོངས་སུ་གཏམས་ནས་ཡོད། དེ་ཡང་ཤིང་ནགས་ཀྱི་གསེབ་དང་། འཁྲུགས་རོམ་གྱི་སྟེང་དང་། ཕ་བོང་གི་རིམ་པའི་བར་མཚམས་བཅས་སུ་མཚན་རྟགས་དེ་འདྲ་བཏབ་ཡོད།

MEASURING CHANGE AND TIME: SHORT TERM

Like humans, trees grow and develop over their lifetimes. They increase the number of leaves they have, and their root systems expand underground. And trees actually keep a record of their growth and age. Look at a cross section of a tree trunk (Figure 8), and note the series of rings radiating from the middle of the trunk. Each year, a new ring grows and surrounds all rings from previous years. A ring represents all the growth that occurred that year for that tree.

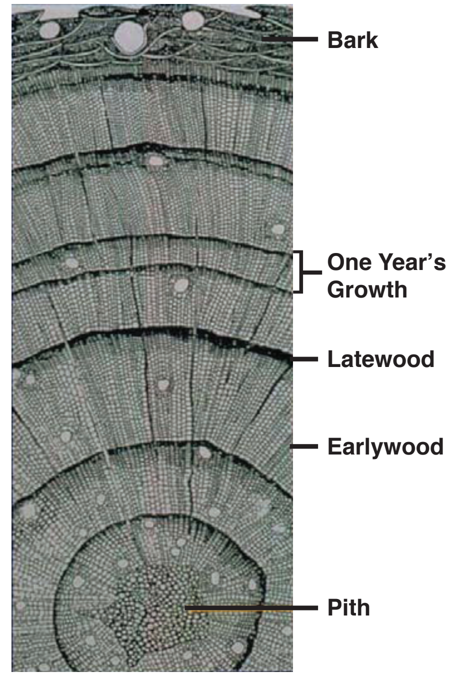


Figure 8: Tree rings. Each year, a new ring grows and surrounds previous rings. A ring represents all the growth that occurred in one year.

By looking at growth rings we can also determine what the weather was like in a particular year, since good weather promotes good growth, and poor weather poor growth. With such techniques, in a thousand-year-old tree like a bristlecone pine (Figure 9), we can determine the climate centuries ago in the area the tree is found.

LONG TERM

Water is a major agent of change. In some locations around the world, like the peaks of the Himalayas, it is so cold that the frozen water in snow never melts. In these regions, the snow that falls in a given year packs on top of snow from previous years leaving a time-related pattern similar to the rings in a tree trunk. Scientists observe the snow layers with a long hollow tube called a coring device (Figure 10). Each layer contains information about the amount and type of snow that fell in a given year as well as concentrations of atmospheric gases in the air at the time. Such gases are trapped by snow as it falls, and they give us hints about the kinds of organisms that could have lived in those atmospheres. These records allow scientists to look back in time hundreds of thousands of years.

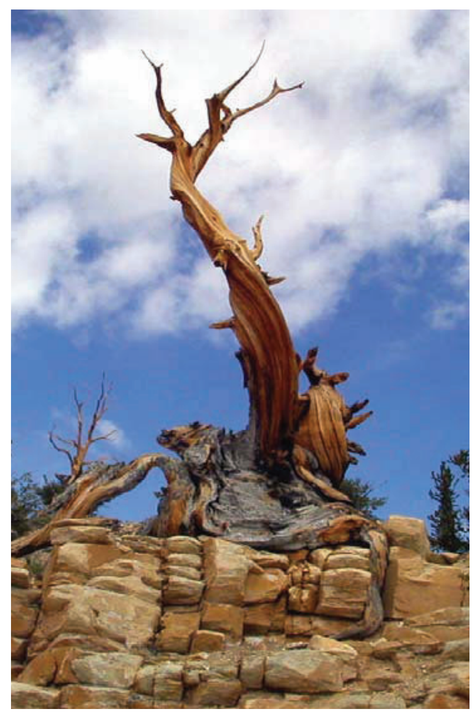
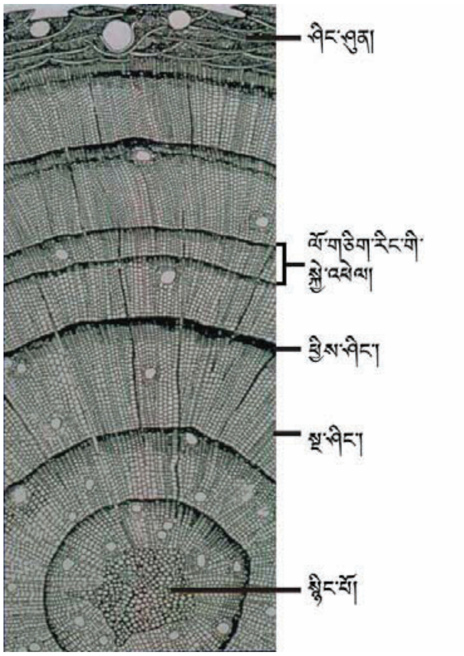


Figure 9: Bristlecone pine. The bristlecone pines are a group of pine trees (Family Pinaceae, genus Pinus, subsection Balfourianae) that are thought to reach an age far greater than that of any other single living organism known, up to nearly 5,000 years.

At lower elevations the snow does melt and the resulting water joins with that from rains to flow into small creeks that become rivers. Rivers can move with immense speed as they roll down from the mountains. If you have stood near one of these rivers, you know the great force they exert as they pass through gullies and canyons on their way to the sea. Over time this force wears away at, or **erodes**, the riverbanks. The products of this erosion are the silt and sand that are carried away by the river to the sea where they are deposited on the bottom as the water slows. Over time, this process creates layer after layer of deposits on the sea floor.

We see similar records of time in rock. The hard crust of the earth on which we live is not continuous around the globe, but is broken into massive pieces that float on the molten center of our planet. These pieces, known as **tectonic plates**, move around and



དཔེ་རིས། ༡ ཤིང་གི་ཚིགས་སྐོར། ལོ་རེ་བཞིན་ཚིགས་སྐོར་གསར་པ་རེ་སྐྱེ་འཚར་བྱེད་ཅིང་། དེ་ཉིད་ཚིགས་སྐོར་རྙིང་པའི་མཐའ་སྐོར་དུ་ཆགས་ཀྱི་ཡོད། ཚིགས་སྐོར་ཞིག་གིས་ལོ་གཅིག་ནང་བྱུང་བའི་སྐྱེ་འཚར་གྱི་རྣམ་པ་ཀུན་མཚོན་གྱི་ཡོད།

ཡུན་ཐག་ཐུང་ངུའི་ནང་གི་འགྱུར་བ་དང་དུས་ཚིགས་འཇལ་ཚུལ།

མིའི་འགྲོ་བ་ཇི་བཞིན་ལྗོན་ཤིང་གི་རིགས་ཀྱང་དུས་ཀྱི་རྒྱུན་ཐག་ནང་འཚར་སྐྱེ་དང་གོང་འཕེལ་འགྲོ་གིན་ཡོད། དེ་དག་གི་ལོ་མའི་ཁ་གྲངས་འཕེལ་ཞིང་ས་འོག་གི་རྩ་བའི་མ་ལག་རྒྱས་ཀྱི་ཡོད། ལྗོན་ཤིང་གིས་རང་གི་ལོ་ཚད་དང་འཚར་སྐྱེའི་བརྗེད་ཐོ་ངེས་པར་ཉར་གྱི་ཡོད། དཔེ་རིས། ༡ པར་གསལ་བའི་ཤིང་གི་སྡོང་པོའི་འཕྲེད་གཤགས་ཀྱི་རྣམ་པར་ལྟོས་དང་། སྡོང་པོའི་དབུས་ནས་འཁྱེད་འཕྲོ་བྱས་པའི་ཚིགས་སྐོར་གྱི་རིམ་པ་དག་ལ་ཡིད་འཛོག་གྱིས་དང་། ལོ་རེ་བཞིན་ཚིགས་སྐོར་གསར་པ་རེ་སྐྱེས་ཏེ། ལོ་སྔོན་མ་རྣམས་སུ་བསགས་པའི་ཚིགས་སྐོར་དེ་དག་གི་མཐའ་སྐོར་དུ་ཆགས་ཀྱི་ཡོད། ཚིགས་སྐོར་ཞིག་གིས་ལོ་དེའི་རིང་ལྗོན་ཤིང་དེར་འཚར་སྐྱེ་ཇི་བྱུང་གི་རྣམ་པ་མཚོན་གྱི་ཡོད།

སྐྱེ་འཚར་བྱུང་བའི་ཚིགས་སྐོར་དེ་དག་ལ་བལྟས་ཏེ་ལོ་དུས་བྱེ་བྲག་པ་ཞིག་གི་ནང་གནམ་གཤིས་ཇི་འདྲ་ཡོད་མེད་ཀྱི་ཚོད་འཛིན་ཡང་བྱེད་ཐུབ་སྟེ། གནམ་གཤིས་བཟང་པོས་སྐྱེ་འཚར་བཟང་པོ་སྐྲུན་པ་དང་། གནམ་གཤིས་ཞན་པས་སྐྱེ་འཚར་ཞན་པ་སྐྲུན་པའི་ཕྱིར། ཐབས་ལམ་འདི་འདྲ་ལ་བརྟེན་ནས་ང་ཚོས་ལོ་སྟོང་ཕྲག་ལོན་པའི་ཤིང་སྡོང་དཔེར་ན་ཆེ་རིང་ཐང་ཤིང་(དཔེ་རིས། ༩)ལྟ་བུ་ཞིག་བརྒྱུད། ཤིང་སྡོང་དེ་ཡོད་སའི་ས་ཁུལ་དེའི་ལོ་ངོ་བརྒྱ་ཕྲག་སྔོན་གྱི་གནམ་གཤིས་གཏན་ཁེལ་བྱས་ཆོག་པ་ཡིན།

དཔེ་རིས། ༩ ཆེ་རིང་ཐང་ཤིང་། ཆེ་རིང་ཐང་ཤིང་ནི་ཐང་ཤིང་ནང་གསེས་ཀྱི་ཚོ་སྐོར་ཞིག་ཡིན། (ཁྱིམ། pinaceae; རྒྱུད། pinus; ནང་གསེས་རྒྱུད། Balfourianae)
ཤིང་རིགས་འདི་ལོ་ངོ་ ༥༠༠༠ ལ་ཉེ་བའི་བར་འཚོ་སྡོད་བྱེད་ཐུབ་པར་ངོས་འཛིན་བྱེད་པས། འདི་ལས་རིང་བར་འཚོ་སྡོད་བྱེད་པའི་སྐྱེ་ལྡན་གྱི་རྣམ་པ་གཞན་གཅིག་ཀྱང་མེད་པར་འདོད་ཀྱི་ཡོད།

ཡུན་ཐག་རིང་པོའི་ནང་གི་འགྱུར་བ་དང་དུས་ཚིགས་འཇལ་ཚུལ།

ཆུ་ནི་འགྱུར་འགྲོས་ཀྱི་བརྒྱུད་ལམ་གཙོ་ཆེ་བ་ཞིག་ཡིན། ཉི་མ་ལ་ཡའི་རི་རྒྱུད་ཀྱི་རྩེ་མོ་ལྟ་བུ་འཛམ་གླིང་གི་ས་ཁུལ་འགའ་ཞིག་ཏུ་ཧ་ཅང་གྲང་ཤས་ཆེ་བའི་དབང་གིས་གངས་ཁྲོད་ཀྱི་འཁྱགས་རོམ་ནམ་ཡང་བཞུ་གི་མེད། ས་ཁུལ་འདི་དག་ཏུ་ལོ་གཅིག་ལ་བབས་པའི་གངས་དེ་ལོ་སྔོན་མ་རྣམས་སུ་བབས་པའི་གངས་ཐེབས་ཀྱི་སྟེང་དུ་ཐོག་རྩེག་བྱས་ནས་བསྡད་པས། གོང་དུ་སྡོང་བུའི་གཞུང་རྐང་སྟེང་དུ་ཆགས་པའི་ཚིགས་སྐོར་དང་འདྲ་བར་དུས་དང་འབྲེལ་བའི་འགྲམ་རིམ་གྱི་རྗེས་ཤུལ་འཛོག་གི་ཡོད། ཚན་རིག་པ་རྣམས་ཀྱིས་འདྲུད་བྱེད་ཡོ་ཆས་ཞིག་འདོན་པའི་ཤོག་སྡོང་ཡིན་པའི་སྨྱུང་མ་རིང་པོ་དེ་འདྲ་བེད་སྤྱད་དེ་གངས་ཁྲོད་ཀྱི་ཆགས་རིམ་ལ་ལྟ་ཞིབ་བྱེད་ལ། (དཔེ་རིས། ༡༠) གངས་ཀྱི་ཆགས་རིམ་རེ་རེས་ལོ་བྱེ་བྲག་པ་ཞིག་ལ་བབས་པའི་གངས་ཀྱི་འབོར་ཚད་དང་གངས་ཀྱི་ཁྱད་པར་གསལ་བའི་གནས་ཚུལ་མཚོན་བྱེད་པར་མ་ཚད། གནས་སྐབས་དེ་དག་སོ་སོར་རླུང་ཁམས་ཁྲོད་དུ་མཁའ་རླངས་ཀྱི་མཐུག་ཚད་ཇི་ཡིན་གྱི་གསལ་ཁ་ཡང་སྟོན་གྱི་ཡོད། གངས་ཀྱི་ཆགས་རིམ་འོག་ཚུད་ནས་ལུས་པའི་རླངས་གཟུགས་དེ་དག་གིས་རླུང་ཁམས་ཀྱི་རྣམ་པ་དེ་འདྲའི་འོག་སྐྱེ་ལྡན་སྲོག་ཆགས་ཀྱི་རིགས་ཇི་དང་ཇི་འཚོ་གནས་བྱས་སྲིད་པར་སྔ་སྟོན་བྱེད་ཀྱི་ཡོད། ཟིན་ཐོ་འདི་དག་ལ་བརྟེན་ནས་ཚན་རིག་པ་རྣམས་ལོ་ངོ་འབུམ་ཕྲག་མང་པོའི་ཡར་སྔོན་གྱི་དུས་རིམ་ལ་ཕྱི་མིག་བལྟ་ཐུབ་ཀྱི་ཡོད།

ས་ཁེད་དམའ་སར་ཡོད་པའི་གངས་རྣམས་བཞུ་ཞིང་། ཞུས་ཆུ་དེ་དག་ཆར་ཆུ་དང་འདྲེས་ཏེ་ཆུ་ཕྲན་དུ་བཞུད་པས་རིམ་གྱིས་གཙང་པོ་ཆེན་པོར་འགྱུར་ལ། གཙང་པོ་དེ་དག་བཞུད་ཚད་མཐོན་པོའི་སྣོ་ནས་རི་བོ་དག་ལས་འབབ་བོ། །དེ་ཡང་ཁྱོད་ཉིད་གཙང་པོ་འདི་འདྲ་ཞིག་གི་འགྲམ་དུ་ལངས་ནས་བསྡད་ཆེ། རི་ སུལ་དང་བྲག་རྫ་བརྒྱུད་དེ་གཙང་པོ་འདི་དག་མཐར་ཕྱིའི་རྒྱ་མཚོ་ཆེན་པོའི་ཕྱོགས་སུ་དྲག་ཤུགས་ཆེན་པོས་བཞུད་དེ་འགྲོ་བ་ཁྱོད་ཀྱིས་ཚོར་ཐུབ། རིམ་པས་དྲག་ཤུགས་དེས་ཆུ་ངོགས་ཟད་པར་བྱེད་ལ། ཉིལ་ཟད་དེའི་འབྲས་བུར་ཆུ་བོས་རྒྱ་མཚོའི་ནང་ས་ཞིབ་དང་བྱེ་མའི་ཕུང་པོ་དེ་དག་འཁྱེར་བར་བྱེད་ཅིང་། མཐར་ཆུའི་རྒྱ་ཤུགས་ཆག་ནས་རྒྱ་མཚོའི་མཐིལ་དུ་བསྐྱལ་གྱི་ཡོད། བྱེད་རིམ་དེ་འདྲ་ཡང་ཡང་བྱུང་བའི་དབང་གིས་རྒྱ་མཚོའི་མཐིལ་དུ་ཟག་སྙིགས་ཀྱི་རིམ་པ་མང་པོ་གཅིག་སྟེང་གཅིག་ཆགས་ཏེ་གནས་ཀྱི་ཡོད།

ང་ཚོར་དུས་ཚིགས་ཀྱི་ཟིན་ཐོ་འདི་འདྲ་ཕ་བོང་གི་ནང་དུའང་རྙེད་ཀྱི་ཡོད། ང་ཚོ་འཚོ་སྡོད་བྱེད་སའི་གོ་ལའི་ས་ཤུན་སྲ་པོ་དེ་སའི་གོ་ལའི་ཁྲོན་ཡོངས་སུ་བར་མ་ཆད་དུ་ཁྱབ་ནས་ཡོད་པ་དེ་འདྲ་མིན་པར། གོ་ལའི་ལྟེ་དབུས་ཞུན་གཟུགས་ཀྱི་སྟེང་དུ་གཡེངས་ཤིང་འདིང་བའི་དུམ་ཚན་ཆེན་པོ་ཆ་དུ་མར་གྱེས་ནས་ཡོད་པ་ཞིག་ཡིན། དུམ་ཚན་འདི་དག་ལ་ས་སྟེགས་སྤང་པོ་ཟེར་ཞིང་། འདི་དག་ཕྱོགས་ཕན་ཚུན་དུ་གཡེང་ཞིང་། ཕན་ཚུན་རྡབ་གཏུགས་བྱེད་ལ། ཕན་ཚུན་བཏང་ཞིང་གཡས་གཡོན་དུ་བཞུད་ཀྱིན་གནས་ཡོད།

bump, slide and grind past each other. Many hundreds of millions of years ago the Indian tectonic plate slammed into the Asian tectonic plate, and this forced what was once the bottom of the sea to rise and rise and eventually form the great Himalayan mountain range and the Tibetan plateau we mentioned at the beginning of this book.

Since the process for depositing river silt and sand and compressing them into rock takes so much longer than it does for trees to grow, the record in rock layers goes back much further. Using these rock layers, we learn about what happened and how it happened millions of years ago.

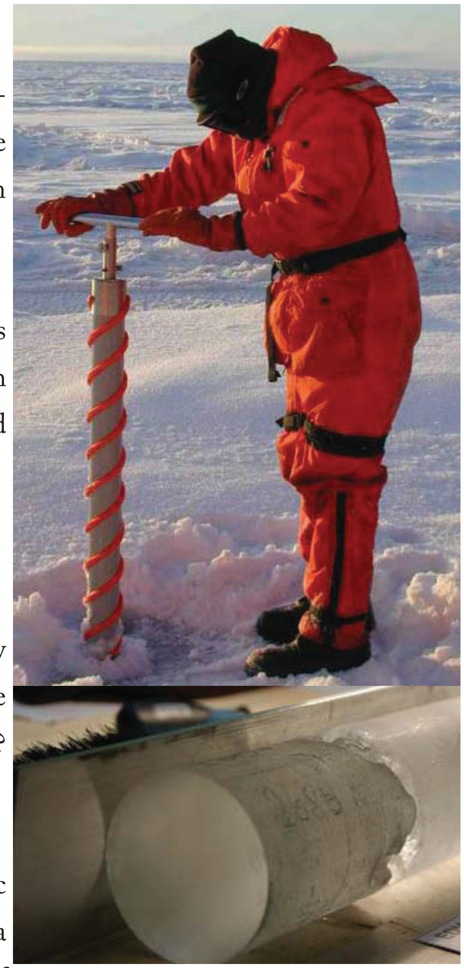


Figure 10: Ice coring. In the top picture, a scientist bores a hole to retrieve an ice core. Sample ice cores are in the lower image.

DISCOVERING ROCKS' SECRETS

So, the deeper the rock layer, the older it is. If we find something in a rock layer, we know it is the same age as the rock. Now, if we can determine the age of the rock, then we know the age of what else is found in that rock. How do we know the age of the rock? And what signs of the past do rock layers hold?

Scientists use a technique called radiometric analysis to determine rock age. Radiometric analysis relies on the fact that chemical elements in the rock decay or lose particles at a known rate, which can vary, depending on the element, from thousands to millions of years. Estimates of the age of the rocks are made based on this decay.

Fossils are the major record of past life histories found in rock (or more rarely ice) layers. In rare cases, actual whole ancient organisms are found; humans and other animals have been discovered frozen and fully preserved in ice, and ancient insects are preserved in a material called amber (Figure 11). 'Living' fossils like these sometimes have the huge bonus of still containing analyzable proteins or DNA, molecular footprints of ancient times. More often, we find in rock the hard parts of organisms, such as bones and teeth and shells. Indirect evidence of life is seen in fossils of the imprints of organisms, their

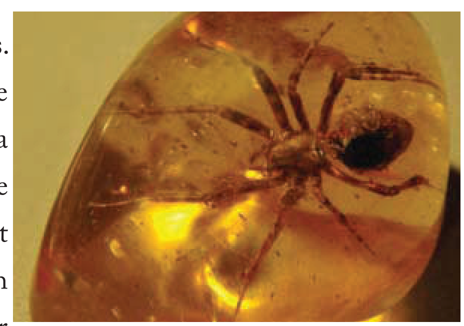
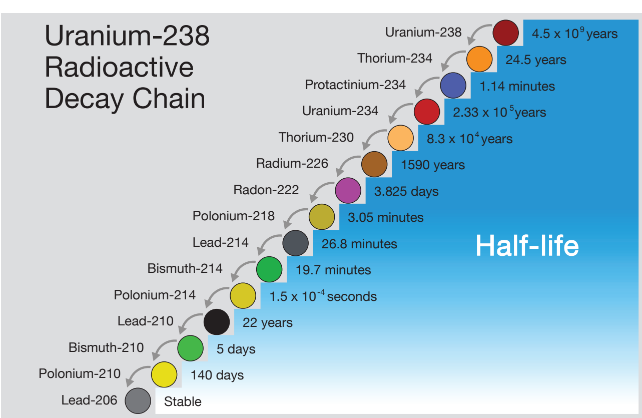


Figure 11: Spider preserved in amber. Amber is fossilized resin. It originates as a sticky substance in which organisms become trapped.



IN-DEPTH: RADIOMETRIC ANALYSIS

The universe is full of naturally occurring elements that are inherently unstable. These are known as radioactive elements. Over time, radioactive "parent atoms" decay into stable "daughter atoms."

When molten rock cools, radioactive atoms are trapped inside. Afterwards, they decay at a predictable rate. By measuring the quantity of unstable atoms left in a rock and comparing it to the quantity of stable daughter atoms in the rock, scientists can estimate the amount of time that has passed since that rock formed.

ལོ་ངོ་ས་ཡ་བརྒྱ་ཕྲག་མང་པོའི་གོང་དུ་རྒྱ་གར་གྱི་ས་ཕྲུན་ཕུང་པོ་དང་ཨེ་ཤེ་ཡའི་ས་ཕྲུན་ཕུང་པོ་གཉིས་གདོང་གཏུགས་བརྒྱབ་པ་དང་། དེའི་ཤུགས་རྐྱེན་འོག་སྔ་དུས་རྒྱ་མཚོའི་མཐིལ་དུ་འཁོད་པའི་ས་ཁུལ་དེ་དག་ག་ལེར་ཡར་འབུད་པར་བསྐྱལ་བས། དེ་དག་རིམ་གྱིས་མུ་མཐུད་དུ་ཡར་བུད་པ་ལས་མཐར་སློབ་དེབ་འདིའི་འགོ་སྟོད་དུ་གསལ་བའི་བོད་ཀྱི་མཐོ་སྒང་དང་ཧི་མ་ལ་ཡའི་རི་རྒྱུད་ཀྱི་སྲིད་པའི་རི་བོ་ཆེན་པོ་དེ་དག་གྲུབ་པ་རེད།

འདི་ལྟར་ས་ཞིབ་དང་བྱེ་མ་སྤྱངས་གསོག་བྱས་པ་རྣམས་མུ་མཐུད་བརྩིར་མནན་བྱས་པ་བརྒྱུད་ཕ་བོང་གི་ངོ་བོར་གྱུར་པའི་རྒྱུད་རིམ་འདི་ནི། སྔོང་བུ་འཚར་སྐྱེ་བྱུང་བར་ཐོགས་པ་ལས་ཀྱང་དུས་ཡུན་ཧ་ཅང་རིང་བ་འགོར་གྱི་ཡོད་པས། ཕ་བོང་གི་རིམ་པར་གསལ་བའི་ཡིག་ཚགས་དེ་དག་གིས་འདས་པའི་དུས་ཡུན་ཧ་ཅང་རིང་པོའི་ནང་ང་ཚོ་ལྟ་སྐོར་ལ་འཁྲིད་ཀྱི་ཡོད། དེས་ན་ཕ་བོང་གི་ཆགས་རིམ་ལ་བལྟས་ནས་ང་ཚོས་ལོ་ངོ་ས་ཡ་མང་པོའི་གོང་རོལ་ཏུ་ཅི་ཞིག་ཇི་ལྟར་བྱུང་བའི་སྐོར་ཤེས་རྟོགས་ཐུབ་ཀྱི་ཡོད།

ཕ་བོང་གི་གསང་བ་བརྗོལ་བ།

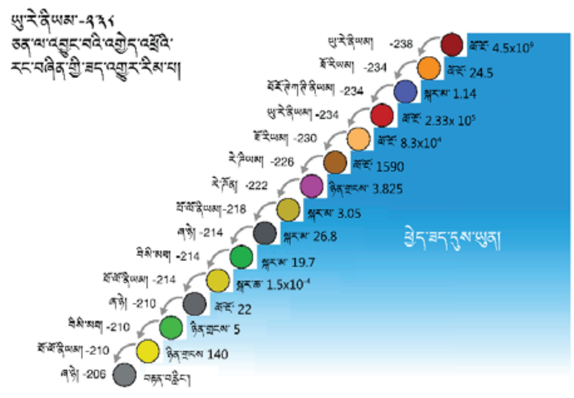
དེས་ན་ཕ་བོང་ཇི་ཙམ་གཏིང་ཟབ་པ་དེའི་ཚོད་ཀྱིས་དེ་རྙིང་བ་ཡིན། ཕ་བོང་གི་ཆགས་རིམ་ནང་ང་ཚོར་ཅི་ཞིག་རྙེད་པ་དེ་ཕ་བོང་དེ་ཉིད་དང་ལོ་ཚད་མཉམ་པ་ཡིན་པར་ང་ཚོས་ཤེས་ཐུབ། གལ་ཏེ་ང་ཚོས་ཕ་བོང་ཞིག་གི་ལོ་ཚད་ངེས་གཏན་བྱས་ཐུབ་ན། དེ་ནས་ང་ཚོས་ཕ་བོང་དེའི་ནང་གཞན་ཅི་ཞིག་རྙེད་པ་དེའི་ལོ་ཚད་ཀྱང་ངེས་གཏན་བྱས་ཆོག་པ་ཡིན། འོ་ན་ཐོག་མར་ཕ་བོང་ཞིག་གི་ལོ་ཚད་ང་ཚོས་ཇི་ལྟར་ངེས་གཏན་བྱེད་ཐུབ་བམ། ཕ་བོང་ཞིག་གི་ཆགས་རིམ་ནང་འདས་པའི་སྐོར་གྱི་མཚན་རྟགས་གང་དང་གང་མཆིས་སམ།

ཚན་རིག་པ་རྣམས་ཀྱིས་འགྱེད་འཕྲོའི་དཔྱད་ཐབས་ཟེར་བའི་བྱེད་ཐབས་ལག་རྩལ་སྤྱད་ནས་ཕ་བོང་གི་ལོ་ཚད་གཏན་ཁེལ་བྱེད་ཀྱི་ཡོད། དཔྱད་ཐབས་འདི་ནི་ཕ་བོང་ནང་གི་རྫ་རྡུལ་རྣམས་གཏན་ཁེལ་ཟིན་པའི་ཚད་གཞི་ཞིག་གི་འོག་ཟད་འགྱུར་འགྲོ་བའམ། ཡང་ན་རྡུལ་ཕྲན་བོར་བརླག་གཏོང་བའི་དངོས་དོན་ལ་གཞི་བཅོལ་བ་ཞིག་ཡིན་ཞིང་། ཟད་འགྱུར་རམ་བོར་བརླག་དེའི་ཚད་གཞི་ནི་རྫ་རྡུལ་སོ་སོར་ལྟོས་ཏེ་ཕྱེད་ཟད་དུས་ཡུན་ལོ་ངོ་སྟོང་ཕྲག་ཁ་ཤས་ནས་ས་ཡ་མང་པོའི་བར་ཡིན་ཆོག གོང་གསལ་འགྱེད་འཕྲོའི་དཔྱད་ཐབས་ཀྱི་ལག་རྩལ་ནི་ཟད་འགྱུར་གྱི་ཤེས་བྱ་དེ་གཞི་ལ་བཞག་པའི་བྱེད་ཐབས་ཤིག་ཡིན་པས། ཟད་འགྱུར་གྱི་གོ་རིམ་དེའི་སྟེང་ནས་ཕ་བོང་གི་ལོ་ཚད་གཏན་ཁེལ་བྱེད་ཀྱི་ཡོད།

འགྱུར་རྫོ་ནི་ཕ་བོང་(ཡང་ན། རེས་འགའ་ཙམ་འཁྱགས་པའང་ཡིན་ཆོག)གི་ཆགས་རིམ་ནང་རྙེད་པའི་འདས་པའི་ཚེ་སྲོག་གི་ལོ་རྒྱུས་ཀྱི་ཡིག་ཚགས་གནད་ཆེ་བ་ཞིག་ཡིན། སྐབས་རེ་གདོད་མའི་སྐྱེ་ལྡན་སྲོག་ཆགས་ཀྱི་ལུས་ཕུང་གང་པོ་རྙེད་པའང་བྱུང་ཡོད། སྤྱིར་ན་འདི་ལྟར་འབྱུང་བ་དཀོན་ཙམ་ཡིན། མི་དང་སེམས་ཅན་གཞན་གྱི་ལུས་གཟུགས་གང་པོ་དེ་འདྲ་འཁྱགས་རོམ་ནང་འཁྱགས་རྡེངས་ཐེབས་ཏེ་ཉར་ཚགས་བྱས་པ་རྙེད་སོན་བྱུང་ཡོད་ཅིང་། དེ་བཞིན་དུ་གདོད་མའི་འབུ་སྲིན་གྱི་རིགས་སྤོས་ཤེལ་ཞེས་པའི་དངོས་རྫས་ཁྲོད་དུ་ཉར་ཚགས་བྱས་པ་རྙེད་ཡོད། (དཔེ་རིས། ༡༡) འགྱུར་རྫོ་"གསོན་པོའི་"རིགས་འདི་འདྲའི་ནང་སྐབས་རེ་ད་དུང་དབྱེ་ཞིབ་འཕེར་བའི་སྦྲི་རྫས་སམ། ཡང་ན་ཊི་ཨེན་ཨེ་ལྟ་བུ་སྟེ་གནའ་བོའི་འདུས་རྟུལ་གྱི་རྗེས་ཤུལ་དེ་འདྲ་འཐོབ་པའི་དགེ་མཚན་ཆེན་པོ་ཡོད། རྒྱུན་དུ་ང་ཚོར་ཕ་བོང་གི་ཤོག་ནང་དུ་ཏུས་པ་དང་། སོ་དང་། ལུས་སྐོགས་ལྟ་བུ་སྐྱེ་ལྡན་གྱི་རྣམ་པའི་ཆ་ཤས་སུ་མཁྲེགས་རིགས་ཡང་ཡང་རྙེད་ཀྱི་ཡོད། ཚེ་སྲོག་ཡོད་པའི་བརྒྱུད་ཀྱི་དཔང་རྟགས་ནི་སྐྱེ་ལྡན་གྱི་རྣམ་པའི་དཔར་རྗེས་ཀྱི་ཚུལ་དུ་འགྱུར་རྫོར་འཁོད་པ་དག་ཡིན་ལ། དེ་དག་ནི་སྐབས་རེ་ཕ་བོང་གི་སྟེང་

དཔེ་རིས། ༡༠ འཁྱགས་སྙིང་འདྲུ་བའི་གོ་རིམ།
རི་མོ་གོང་མ་འདིར་ཚན་རིག་པ་ཞིག་གིས་ས་དོང་དྲུས་ཏེ་འཁྱགས་རོམ་འོག་ཚུད་པའི་འཁྱགས་པའི་ནང་སྙིང་ལེན་ཐབས་བྱེད་བཞིན་པ་མཚོན། རི་མོའི་རིམ་པ་འོག་མར་འཁྱགས་པའི་ནང་སྙིང་གི་དཔེར་མཚོན་འགའ་ཞིག་ཀྱང་གསལ།

དཔེ་རིས། ༡༡ སྤོས་ཤེལ་སྟེང་ཉར་ཚགས་བྱས་པའི་སྡོམ། སྤོས་ཤེལ་ནི་ཐང་ཆུ་རིམ་གྱིས་རྫོར་གྱུར་པ་ཞིག་ཡིན། སྤོས་ཤེལ་གྱི་རྫས་འདི་དང་པོ་འབྱུར་རྩི་ཅན་གྱི་དངོས་རྫས་ཤིག་ཡིན་པས་དེར་སྐྱེ་ལྡན་ཕྲ་མོའི་རིགས་འབྱར་བཟུང་ཐེབས་ངེས་ཡིན།



འགྱེད་འཕྲོའི་དཔྱད་ཐབས། འགྱེད་འཕྲོའི་གཞལ་ཚས་ལ་བརྟེན་པའི་དཔྱད་ཐབས།

འཛིག་རྟེན་གྱི་ཁམས་འདི་མི་བརྟན་པའི་རང་བཞིན་གྱི་རང་བྱུང་རྫ་རྡུལ་གྱིས་ཁེངས་ནས་ཡོད། རྫ་རྡུལ་འདི་དག་ལ་འགྱེད་འཕྲོའི་རང་བཞིན་གྱི་རྫ་རྡུལ་ཞེས་འབོད་ལ། དུས་རིམ་གྱིས་སོང་བ་ན་འགྱེད་འཕྲོའི་རང་བཞིན་གྱི་"མ་རྡུལ་"རྣམས་ཞིག་རལ་ཏུ་སོང་སྟེ་རང་བཞིན་བརྟན་པའི་"བུ་རྡུལ་"གྱི་ངོ་བོར་འཕོས་འགྲོ། ཁྱུན་རྫོ་རིམ་གྱིས་ཀྱང་སངས་ཐེབས་པ་ན་དེ་དག་གི་ཁོང་སེང་ན་འགྱེད་འཕྲོའི་རང་བཞིན་གྱི་རྡུལ་རྫས་ཀྱི་རིགས་འགྱུར་བཟུང་ཐེབས་པར་གྱུར་ལ། དུས་ཕྱིས་ཙ་ན་དེ་དག་སྟོན་ཚུད་ནས་གཏན་ཁེལ་ནུས་པའི་མགྱོགས་ཚད་ཐོག་མུ་མཐུད་དུ་ཞིག་རལ་ཏུ་འགྱུར་འགྲོ་བ་ཡིན། ཕ་བོང་ནང་དུ་ད་དུང་ལྷག་མར་ལུས་ཤིང་རང་བཞིན་མི་བརྟན་པའི་རྡུལ་རྫས་ཀྱི་འབོར་ཚད་བཅལ་ནས། དེ་ཉིད་ཕ་བོང་ནང་གི་རང་བཞིན་བརྟན་པའི་བུ་རྡུལ་གྱི་འབོར་ཚད་དང་བསྡུར་བ་ལས་ཚན་རིག་པ་རྣམས་ཀྱིས་ཕ་བོང་དེ་ཐོག་མར་ཆགས་ནས་དུས་ཡུན་ཇི་སོང་གི་ཚོད་རྩིས་རྒྱག་ཐུབ་ཀྱི་ཡོད།

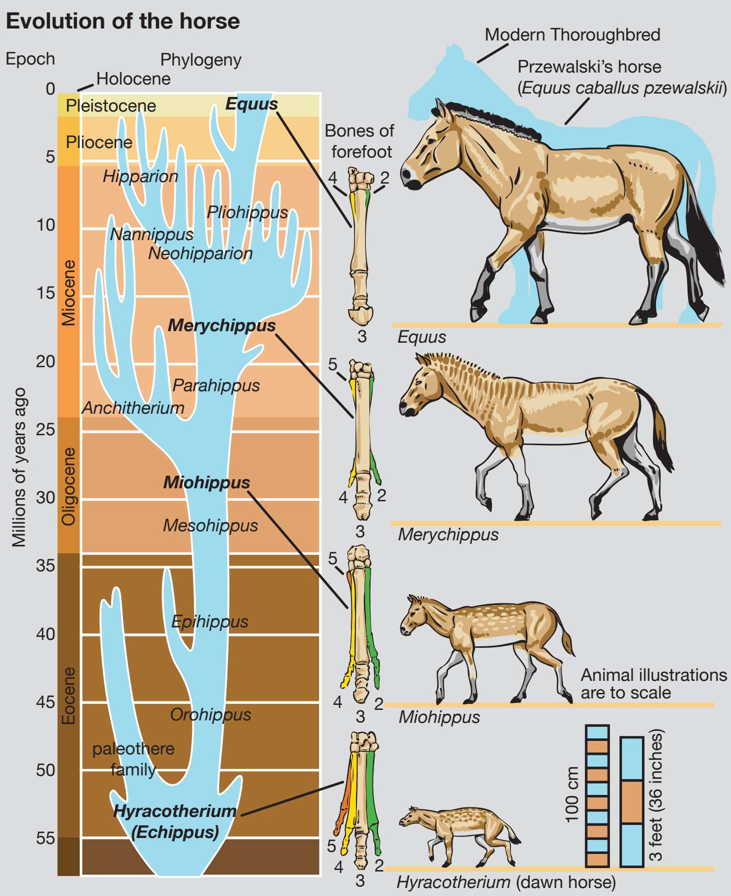
parts left in rock, in footprints or even fossilized feces (See Fossils: An Image Gallery sidebar).

Using a combination of radiometric and molecular analysis, different fossils, and knowledge about currently living species, scientists can make strong predictions about what organisms looked like, where and when they lived and how they are related to other organisms.

GENES AND DNA

We have discussed three signatures of time and change in nature: tree rings, ice cores, and rocks and their fossils. A third signature is more difficult to see—Darwin was unaware of it— but is just as powerful.

YOUR TURN: EVOLUTION OF THE HORSE



How much time is depicted in the figure? What changes occur in the horse through time? Why do you think such changes may have occurred? What hypothesis and thought experiment could you employ to address these questions?

FOSSILS: AN IMAGE GALLERY

All types of organisms can be found in fossils – including fish, plants and bugs.

འགྱུར་རྗོ།
དཔར་རིས་ཕྲེང་བ་ཞིག

ཉ་དང་། རྩི་ཤིང་། འབུ་སྲིན་ཐེ་བའི་སྐྱེ་ལྡན་རིགས་ཀུན་འགྱུར་རྗོའི་ཁྲོད་དུ་རྙེད་ཚོག

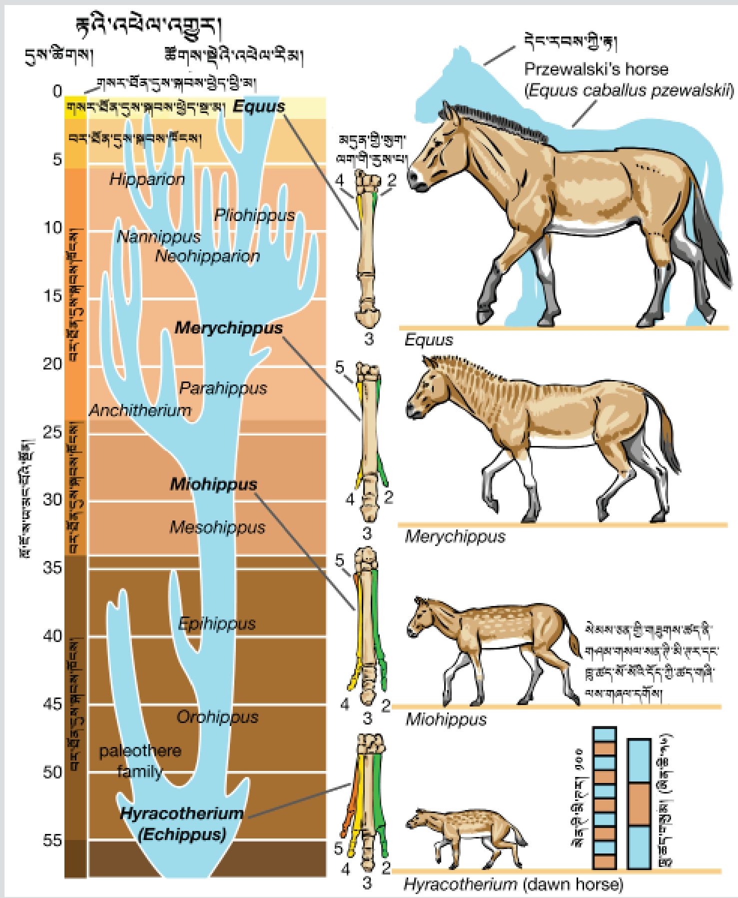
ཀང་རྗེས་ལྟ་བུ་ལུས་ཀྱི་ཆ་ཤས་ཀྱི་དཔར་རྗེས་ཀྱི་ཚུལ་དུ་དང་། སྐབས་རེ་སྲོག་ཆགས་ཀྱི་ཟག་སྙིགས་འགྱུར་རྗོར་སོང་བ་དེ་འདྲའང་རྙེད་པ་ཡོད། (ཟུར་ངོས་སུ་གསལ་བའི། འགྱུར་རྗོ། དཔར་རིས་ཕྲེང་བ། ཞེས་པའི་མིང་བྱང་ཅན་ལ་ལྟོས།)

འགྲེད་འཕྲོའི་དཔྱད་ཐབས། འདུས་རྟུལ་རིམ་པའི་དཔྱད་ཐབས། འགྱུར་རྗོའི་རྣམ་གྲངས། ད་ལྟ་འཚོ་བཞིན་ཀྱི་སྐྱེ་ལྡན་སྐོར་གྱི་ཤེས་བྱ་བཅས་པ་ཀུན་ཟུང་འབྲེལ་བྱས་པ་བརྒྱུད་ཚན་རིག་པ་རྣམས་ཀྱིས་སྔ་དུས་སྐྱེ་ལྡན་སྲོག་ཆགས་ཀྱི་སྣང་ཚུལ། དེ་དག་གནས་དུས་གང་དུ་འཚོ་སྡོད་བྱས་མིན། དེ་དག་ཕན་ཚུན་ཇི་ལྟར་འབྲེལ་བའི་ཚུལ་བཅས་ཀྱི་སྐོར་སྟོན་དཔག་དམ་པོ་བྱེད་ཐུབ་ཀྱི་ཡོད།

རིགས་རྫས་དང་ཊི་ཨེན་ཨེ།

ང་ཚོས་གོང་དུ་རང་བྱུང་ཁོར་ཡུག་གི་ཁྲོད་དུ་རྙེད་པའི་དུས་དང་འགྱུར་བའི་མཚན་རྟགས་གསུམ་ཞིག་གླེང་སློང་བྱས་པ་དག་ནི། ཤིང་གི་སྐོར་ཚིགས། འཁྲུགས་པའི་ནང་སྙིང་། ཕ་བོང་དང་དེ་དག་གི་འགྱུར་རྗོ་བཅས་ཡིན། དེའི་སྟེང་དུ་མཚན་རྟགས་བཞི་པ་ཞིག་ཡོད་པ་དེ་ནི་ཅུང་ཟད་མཐོང་དཀའ་བ་ཡིན་ལ། ངར་ལྷེན་གྱིས་ཀྱང་ཤེས་རྟོགས་བྱུང་མེད། འོན་ཀྱང་འདི་མཚན་རྟགས་གཞན་དག་དང་བྱེད་ནུས་ཐེབས་ཤུགས་མཉམ་པ་ཡིན།

ཁྱོད་ཀྱི་རེས་མོས། རྟའི་འཕེལ་འགྱུར།



དཔར་རིས་འདིའི་ནང་དུས་ཀྱི་ཡུན་ཐག་རིང་ཐུང་གང་ཙམ་ཞིག་མཚོན་འདུག་གམ། དུས་ཀྱི་རྒྱུད་རིམ་ནང་རྟ་ལ་འགྱུར་བ་ཇི་དང་ཇི་ཐེབས་འདུག་གམ། ཁྱོད་ཀྱིས་བལྟས་ན་འགྱུར་བ་དེ་འདྲ་ཐེབས་དོན་གང་ཡིན་ནམ། གོང་གི་དྲི་བ་དག་ལ་ལན་གདབ་པའི་ཕྱོགས་སུ་ཁྱོད་ཀྱིས་ཚོད་རྩིས་དང་བསམ་བློའི་རྩད་ཞིབ་ཇི་འདྲ་བྱས་ཚོག་གམ།

In the horse example and the other family trees we discussed, it is clear that different species of organisms change and are related over time. This is the phenomenon that evolution describes and for which it provides a driving force of change: the environment. Evolution accounts for the similarity and the diversity within family trees and within the whole tree of life. But what does evolution actually act on? What is the molecular signature of change? We have discussed particular similarities (homologies) in traits like backbones and limb number. But now we are asking: what is the material that changes and is passed on, inherited from generation to generation, the material that accounts for the particular characteristics we use to classify organisms?

This material, this molecular signature, is called **genes**. Genes are made of **deoxyribonucleic acid**, or **DNA** for short. Genes and DNA are the **molecular substrate** that the environment interacts with to effect change over time.

What are genes exactly? We'll address this question at the conceptual level through Gregor Mendel's experiments and then, briefly at the contemporary molecular level.

Mendel developed the concepts of genes and genetics in the middle of the 1800's through a set of elegantly simple experiments.

Mendel used pea plants as his model system. Mendel started with pure-breeding pea plants that differed in one particular trait. 'Pure-breeding' means that a given plant showed the same characteristic or **phenotype** generation after generation. For example, Mendel studied pea plants that yielded only white flowers and another that yielded only purple flowers generation after generation. He then analyzed what happened to these traits in different situations. When he crossed pure-breeding whites with pure-breeding purples, the next generation was all purple. The white-flowered trait seemed to have disappeared, but when Mendel then crossed these purples to themselves and allowed their seeds to grow (many plants can be crossed with themselves in this fashion), white flowers reappeared in the second generation (Figure 12). What happened?

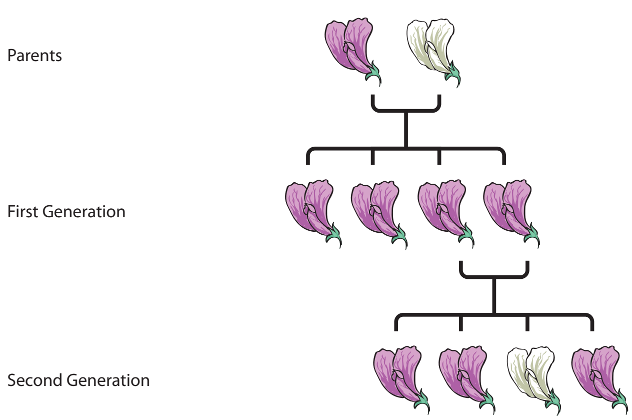


Figure 12: Mendel's pea plants – flower color throughout generations. Mendel took two plants – one that consistently produced purple flowers and one that consistently produced white flowers – and bred them. The offpsring contained all purple flowers. He then bred two of the offspring, both of which had purple flowers. Their offspring contained white flowers.

MODEL SYSTEMS

Scientists often use model systems to study complex problems. The idea is that because so much of nature is so similar across evolutionary time, one can study an analogue of a complex problem of interest in a relatively simple system. For example, instead of studying diseases in humans, due to ethical and other considerations, scientists will often recreate the disease in fruitflies or mice and study it in those organisms. The simpler, easier, and less expensive the system, the better. Of course, studying problems in non-human organisms does not take care of all the important ethical considerations, and many guidelines and regulations exist to ensure the welfare of animals.

Clearly, Buddhists have deep concerns about using animals for research. What do you think about such research? Regardless of their religious beliefs, scientists have to think carefully about how or if they will use animals in their research. I once heard His Holiness the Dalai Lama speak to this issue at a teaching in Dharamsala. He said that one has to carefully weigh the costs and benefits of such research in each particular case, and if the benefits to humans greatly outweigh the costs, then perhaps research on animals is acceptable. This is an issue that continues to require careful analysis and reflection.

དཔེ་སྟོན་མ་ལག

ཚན་རིག་པ་རྣམས་ཀྱིས་རྩོམ་འཛིང་ཅན་གྱི་དཀའ་ངལ་རིགས་དབྱེ་ཞིབ་བྱེད་སྐབས་དུས་ནས་དུས་སུ་དཔེ་སྟོན་མ་ལག་བཀོལ་སྤྱོད་བྱེད་ཀྱི་ཡོད། དེ་ལྟར་བྱེད་པའི་རྒྱུ་རྐྱེན་གྱི་རིག་པ་ནི་འདི་ཡིན་ཏེ། འཕེལ་འགྱུར་བྱུང་བའི་དུས་ཀྱི་རྒྱུན་ཐག་ཁྲིད་རང་བྱུང་གི་འགྱུར་འགྲོས་རྣམས་ཕན་ཚུན་ཏ་ཅང་འདྲ་མཚུངས་ཆེ་བས། རང་གང་ལ་སྒྲོ་སྣང་ཡོད་སའི་རྩོམ་འཛིང་ཅན་གྱི་དཀའ་ངལ་ཅིག་གི་ཚབ་ཏུ། ཉོས་བཅས་ཀྱིས་སླ་བསྟུས་ཅན་གྱི་དེའི་འདྲ་ཚབ་ཅིག་གི་སྟེང་དུ་དབྱེ་ཞིབ་བྱས་པས་ཆོག་པ་དེ་ཡིན། དཔེར་ན། ཚུལ་སྤྱོད་ཀྱི་རྒྱུ་མཚན་དང་གཞན་ཡང་རྒྱུ་མཚན་མང་པོའི་དབང་གིས། ཚན་རིག་པ་རྣམས་ཀྱིས་དུས་ནས་དུས་སུ། མིའི་སྟེང་དུ་ནད་རིགས་ཤིག་དབྱེ་ཞིབ་བྱེད་རྒྱུའི་ཚབ་ཏུ། ཙི་ཙིའམ། ཡང་ན་སྦྲང་བུ་ལྟ་བུའི་དུད་འགྲོའི་ནང་དུ་ཐོག་མར་ན་ཚ་དེ་གསར་དུ་བཏབ་ཏེ། གཞི་ནས་དེར་དབྱེ་ཞིབ་བྱེད་ཀྱི་ཡོད། དེ་ནི་ཐབས་ལམ་གང་ཞིག་ཧ་ཙམ་སླ་ལ་བསྟུས་ཤིང་རྒྱ་ཁྱོན་ཆུང་བ་ཡིན་པ་དེ་ཙམ་གྱིས་ལེགས་པ་ཡིན་པའི་ཆ་ནས་ཡིན། དེ་ལྟར་ནའང་། མི་མ་ཡིན་པའི་སྐྱེ་ལྡན་གྱི་རྣམ་པའི་སྟེང་དུ་དེ་ལྟའི་དཀའ་ངལ་གྱི་རིགས་དབྱེ་ཞིབ་བྱེད་པར་ཞུགས་པས། ཚུལ་སྤྱོད་ཀྱི་གནད་དོན་ཀུན་དང་། གཞན་ཡང་དུད་འགྲོ་སྲོག་ཆགས་ཀྱི་བདེ་དོན་དང་འབྲེལ་བའི་བསླབ་གཞི་ལམ་སྟོན་ཀུན་ལ་བརྩི་སྲུང་བྱས་པའི་ངག་ཐེག་བྱེད་མི་ཐུབ།

ཞིབ་འཇུག་གི་ལས་དོན་ཆེད་དུད་འགྲོའི་ཚེ་སྲོག་བཀོལ་སྤྱོད་བྱེད་པ་འདིའི་ཐད་ནང་པའི་ཆོས་ལུགས་པ་ཚོར་བློ་འཚབ་གཏིང་ཟབ་ཡོད་པ་གསལ་པོ་ཡིན། ཞིབ་འཇུག་འདི་འདྲའི་སྐོར་ཁྲོད་ལ་བསམ་ཚུལ་ག་འདྲ་ཡོད་དམ། ཚན་རིག་པ་སྙིང་སོ་སོའི་ཆོས་ལུགས་ཀྱི་ཡིད་ཆེས་ཇི་འདྲ་ཡིན་རུང་། སོ་ཚོས་རང་གི་ཞིབ་འཇུག་གི་ལས་རིམ་དེ་འདྲའི་ནང་དུད་འགྲོའི་ཚེ་སྲོག་བཀོལ་སྤྱོད་བྱེད་དགོས་སམ་མི་དགོས། དགོས་ན་ཚུལ་ཇི་ལྟར་དུ་སྤྱོད་དགོས་མིན་སྐོར་བསམ་གཞིག་ཐབ་ནན་བྱེད་དགོས། རྣ་རྒྱས་ལར་གསུང་ཆོས་ཤིག་གི་སྐབས་ལ་ཕྱོགས་ཏཱ་ལའི་བླ་མ་མཆོག་གིས་གནད་དོན་འདིའི་ཐོག་དགོངས་ཚུལ་གསུངས་པ་ཞིག་ངས་ཐོས་སྔོང་། ཁོང་གིས་ཞིབ་འཇུག་འདི་འདྲའི་རིགས་སྐབས་སྐབས་ཀྱི་གནས་སྟངས་སོ་སོ་ལ་གཞིགས་ཏེ་ཕན་ཐོགས་དང་གནོད་སྐྱོན་གཉིས་ཐབ་ནན་སྡོམ་མཉམ་སྟུར་བྱས་ཏེ་དབྱེ་འབྱེད་བྱེད་དགོས། གལ་སྲིད་མིའི་སྤྱི་ཚོགས་ལ་གནོད་སྐྱོན་ལས་ཕན་ཐོགས་མང་བ་ཡོད་ཚེ། སྐབས་འབྲེལ་གྱི་ཞིབ་འཇུག་དེ་དང་ལེན་བྱ་རུང་བའང་འབྱུང་སྲིད། འདི་ནི་ད་དུང་སྨྲ་མཐུད་དུ་བསམ་གཞིག་དང་དཔྱད་པ་བྱེད་དགོས་པའི་གནད་དོན་ཞིག་རེད། ཅེས་བཀའ་སྩལ་སོང་།

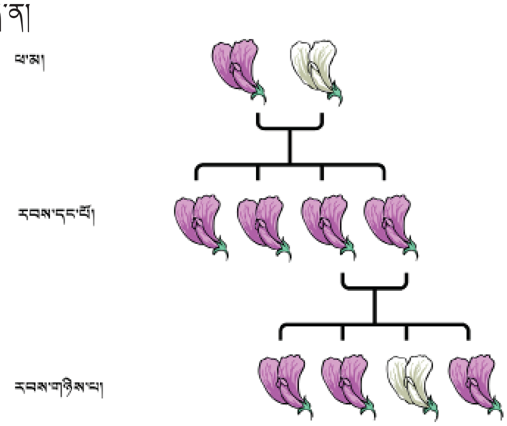
གོང་གི་ཧྲའི་དཔེར་མཚོན་སྐབས་དང་། སྤར་ཁྲིམ་རྒྱུད་སྟོང་པོ་གཞན་གྱི་ཐོག་གྲོས་སྟུར་བྱས་པའི་སྐབས་སུ་ཤེས་པ་བཞིན། སྐྱེ་ལྡན་གྱི་ཉེ་རིགས་ཚོ་སྐོར་མི་འདྲ་བ་རྣམས་དུས་ཀྱི་རྒྱུན་ཐག་ཁྲིད་འཕོ་འགྱུར་འགྲོ་བ་དང་། དུས་ཀྱི་རྒྱུན་ཐག་ཁྲིད་ཕན་ཚུན་གཉེན་ཚན་གྱི་འབྲེལ་བས་སྦྲེལ་ལུགས་ནི་གསལ་པོ་ཡིན། གནད་དོན་འདི་འཕེལ་འགྱུར་རིག་པས་འགྲེལ་བཤད་རྒྱག་གཞི་ཞིག་ཡིན་ཞིང་། རིག་པ་དེའི་ཕྱོགས་ནས་བྱས་ན། ཁོར་ཡུག་དེ་དེ་འདྲའི་འགྱུར་བ་སྐྱེད་པའི་སྒྱུལ་ཤུགས་སུ་ངོས་འཛིན་བྱེད་ཀྱི་ཡོད། འཕེལ་འགྱུར་རིག་པས་ཁྲིམ་རྒྱུད་སྟོང་པོ་སོ་སོ་དང་ཚེ་སྲོག་གི་སྟོང་པོ་ཡོངས་རྫོགས་ཀྱི་ཁྲོད་དུ་རྙེད་པའི་འདྲ་ས་དང་མི་འདྲ་སའི་ཁྱད་ནུས་ཐད་ཀྱི་རྒྱུ་མཚན་འགྲེལ་བཤད་བྱེད་ཀྱི་ཡོད། འོན་ཀྱང་འཕེལ་འགྱུར་གྱི་གོ་རིམ་དེ་དོན་ངོ་མར་གཞི་རྩ་གང་ལ་བརྟེན་ཡོད་དམ། འཕོ་འགྱུར་དེ་ཀུན་གྱི་འདུས་རྟུལ་གྱི་རིམ་པའི་གནས་ལུགས་གང་ལགས་སམ། གོང་དུ་ང་ཚོས་སུག་ལག་གི་གྲངས་དང་སྐལ་རུས་ཀྱི་ཆགས་ཚུལ་ལྟ་བུ་གཞི་ལ་བཞག་ནས་ཁྱད་རྟགས་ཀྱི་འདྲ་སའི་(ཁུངས་མཐུན་ཁྱད་རྣམ་)སྐོར་གྲོས་སྟུར་བྱས་ཡོད། འོན་ཀྱང་ད་ནི་དྲི་བ་འདི་ལྟར་འདོན་པར་བྱ་སྟེ། འཕོ་འགྱུར་འགྲོ་བའི་རྫས་ཆ་དེ་གང་ཡིན་ནམ། རབས་ཤིག་ནས་རབས་གཞན་དུ་རྒྱུད་འདེད་ཀྱི་ལམ་ནས་བརྒྱུད་སྤྲོད་བྱ་རྒྱུའི་རྫས་རྒྱུ་དེ་གང་ཡིན་ནམ། སྐྱེ་ལྡན་གྱི་དངོས་པོ་རྣམས་སྤྱི་ཚན་སོ་སོར་དབྱེ་འབྱེད་བྱེད་པའི་གཞིར་འཁྱེར་བའི་ཁྱད་རྣམ་ངེས་བཟུང་རྣམས་སློང་བའི་རྫས་རྒྱུ་དེ་གང་ཡིན་ནམ།

དེ་ལྟ་བུའི་རྫས་རྒྱུའམ་འདུས་རྟུལ་རིམ་པའི་གནས་ལུགས་དེ་ལ་**རིགས་རྫས་**ཟེར། རིགས་རྫས་རྣམས་**འཚོ་དབྱུགས་ཐལ་ཉིང་མདངར་ཉིང་སྐྱུར་རྫས་**ལས་གྲུབ་ཅིང་། འདི་ལ་སྐད་བྱིངས་སུ་**ཊི་ཨེན་ཨེ་**ཞེས་འབྲི་བ་ཡིན། རིགས་རྫས་དང་ཊི་ཨེན་ཨེ་ནི་**འདུས་རྟུལ་རིམ་པའི་གཞི་རྒྱུ་**ཡིན་ལ། ཁོར་ཡུག་གིས་གཞི་རྒྱུ་འདི་དག་དང་མཉམ་དུ་སྦྲེལ་སྦྱིབ་བྱས་པ་བརྒྱུད་དུས་ཀྱི་རྒྱུན་ཐག་ཁྲིད་ཀྱི་འགྱུར་བ་རྣམས་སྐྱེད་ཀྱི་ཡོད།

དོན་དངོས་སུ་རིགས་རྫས་ཞེས་པ་ཅི་ལ་ཟེར་རམ། ང་ཚོས་ཐོག་མར་གྲེ་རེ་གྷོར་མེན་ཌེལ་གྱི་བརྟག་དཔྱད་བརྒྱུད་རྣམ་རྟོག་ལ་འཆར་ཚུལ་གྱི་རིམ་པ་ནས་དྲི་བ་འདིར་ལན་འདེབས་བྱ་རྒྱུ་ཡིན་ལ། དེ་རྗེས་དེང་རབས་ཀྱི་འདུས་རྟུལ་ཤེས་བྱའི་རིམ་པ་ནས་མདོར་བསྡུས་སུ་ལན་འདེབས་བྱ་རྒྱུ་ཡིན།

མེན་ཌེལ་གྱིས་དུས་རབས་ ༡༩ པའི་དཀྱིལ་ཙམ་དུ་རང་གི་སྟབས་བདེ་ལ་འཐུས་ཆང་བའི་དགོན་བཤེར་རིམ་པ་བརྒྱུད་རིགས་རྫས་དང་རིགས་རྫས་རྒྱུད་འདེད་སྐོར་གྱི་རིག་པ་འདོན་སྤེལ་བྱས་ཡོད།

ཕོང་གིས་རང་གི་དཔེ་སྟོན་མ་ལག་གི་ཆེད་དུ་སྲན་རིལ་རྩེ་ཤིང་བེད་སྤྱོད་བྱས་ལ། ཕོང་གིས་ཁྱད་རྟགས་ངེས་ཅན་གཅིག་ཁེར་རྐྱང་གི་སྒོ་ནས་གཞན་དང་མི་མཐུན་པའི་སོན་གཙང་སྲན་རིལ་གྱི་རྩེ་ཤིང་ཁ་ཤས་ཤིག་ནས་འགོ་བརྩམས། དེ་ཡང་"སོན་གཙང་"ཞེས་པ་སྐབས་ཐོག་གི་རྩེ་ཤིང་དེ་དག་རབས་ནས་རབས་སུ་མངོན་གསལ་ཅན་གྱི་ཁྱད་རྣམ་མམ་**རིགས་རྫས་མངོན་རྣམ་**གཅིག་མཚུངས་བཅངས་བ་ཞིག་དགོས་པ་བསྟན་གྱི་ཡོད། དཔེར་ན། ཕོང་གིས་རང་གི་དབྱེ་ཞིབ་དཔྱད་གཞིར་སྲན་རིལ་རྩེ་ཤིང་གི་རིགས་གཉིས་བསྒོལ་བ་ནི། རིགས་གཅིག་གིས་རབས་ནས་རབས་སུ་མེ་ཏོག་དཀར་པོ་འབའ་ཞིག་བསྐྱེད་ལ། གཞན་དེས་རབས་ནས་རབས་སུ་མེ་ཏོག་སྨུ་མདོག་འབའ་ཞིག་བསྐྱེད་པ་དེ་ཡིན། དེ་ནས་ཕོང་གིས་གནས་སྟངས་མི་འདྲ་བའི་ནང་ཁྱད་རྟགས་དེ་ཚོར་ཤུགས་རྐྱེན་ཇི་འདྲ་ཐེབས་མིན་གྱི་དབྱེ་ཞིབ་བྱས་ཚུལ་ནི། ཕོང་གིས་མེ་ཏོག་དཀར་པོ་སྐྱེད་པའི་སོན་གཙང་སྲན་རིལ་དང་མེ་ཏོག་སྨུ་མདོག་སྐྱེད་པའི་སོན་གཙང་སྲན་རིལ་གཉིས་བསྲེས་སྦྱོར་བྱས། དེ་ལྟར་བྱས་པས་རབས་རྗེས་མ་དེར་རྩེ་ཤིང་ཀུན་མེ་ཏོག་སྨུ་མདོག་ཅན་དུ་སྐྱེས། དེ་ལས་ཕྱི་རྟགས་སུ་མེ་ཏོག་དཀར་པོའི་ཁྱད་རྟགས་དེ་ཀུན་ཡལ་བར་གྱུར་པ་ལྟ་བུར་མངོན་མོད། ཕོང་གིས་སླར་ཡང་རབས་གསར་པའི་མེ་ཏོག་སྨུ་མདོག་ཅན་གྱི་རྩེ་ཤིང་ནང་ཕན་ཚུན་བསྲེས་སྦྱོར་བྱས་ཏེ་ས་བོན་རྣམས་འཚར་སྐྱེ་བྱེད་དུ་བཅུག་པ་ན་(ཚུལ་འདི་ལྟར་དུ་རྩེ་ཤིང་གཞན་ཡང་ནང་ཕན་ཚུན་འདྲེས་སྦྱོར་བྱེད་འཇུག་ཏུ་ཡོད་)། རབས་གཉིས་པ་དེར་མེ་ཏོག་དཀར་པོ་ཅན་གྱི་རྩེ་ཤིང་སླར་སྐྱེ་འགོ་ཚུགས་ཡོད། (དཔེ་རིས། ༡༣) དེའི་བར་ན་གང་བྱུང་བ་ཡིན་ནམ་ཞེ་ན།



དཔེ་རིས། ༡༣

མེན་ཌེལ་གྱི་སྲན་རིལ་རྩེ་ཤིང་། རབས་རེ་རེའི་སྟེང་མེ་ཏོག་གི་ཁ་དོག ཕོང་གིས་རྩེ་ཤིང་ཁག་གཉིས་ཏེ། ཁག་གཅིག་གིས་འབྲེལ་ཆགས་སུ་མེ་ཏོག་སྨུ་མདོག་ཤ་སྟག་བསྐྱེད་ལ། གཞན་དེས་མེ་ཏོག་དཀར་པོ་ཤ་སྟག་བསྐྱེད་པ་ཞིག་བདམས་ཏེ་གསོ་སྐྱོང་བྱས་པས། དེའི་རྒྱུད་འཛིན་དུ་རྩེ་ཤིང་ཀུན་མེ་ཏོག་སྨུ་མདོག་ཅན་ཞིག་སྐྱེས། དེ་ནས་སླར་ཡང་མེ་ཏོག་སྨུ་མདོག་ཅན་གྱི་རྒྱུད་འཛིན་གྱི་རྩེ་ཤིང་དེ་དག་གི་ཁྲོད་ནས་གཉིས་ཆེད་དུ་བསྒྲུངས་པ་ན། དེའི་རྒྱུད་འཛིན་རྣམས་ལ་མེ་ཏོག་དཀར་པོ་ཐོགས་པ་སྐྱེ་འཚར་བྱུང་།

Mendel hypothesized that a plant has two copies (or **alleles**) of each of its genes, one inherited from each parent. So, there are three possible gene combinations (or **genotypes**) for any one gene. For example, if big-P stands for purple and little-p for white, then any plant has one of any of three possible genotypes for pea plant flower color: PP, Pp, or pp. Mendel proposed that the PP and Pp genotypes both result in purple flowers because big-P purple is **dominant** over little-p white, and that only pp results in white flowers, because little-p is **recessive** to big-P. This explained Mendel's results as can be seen in Fig 13 illustrated in what are called Punnett squares. You can see in the squares that Mendel's hypothesis predicts two things: that you will see white-flowered plants only in the second generation (Pp X Pp), and also how many of those white-flowered plants you will see in relation to the purple-flowered ones.

Indeed, Mendel's experiments with flower color and many other pea plant traits were consistent with his hypothesis and led to his development of these basic genetic principles:

1. Every gene has two alleles, one from each parent.

2. These two alleles separate during gamete (sperm or egg) formation and wind up in different gametes. In Figure 13, possible gametes are indicated by the letters on the sides of the Punnett squares. One sperm and one egg get together to result in offspring with the genotype that is shown inside each of the four small squares inside the one larger square. We will discuss how gametes are made in Life Sciences Primer Year 2: Genes and Cells.

3. Different alleles of the same gene, one from each parent, can result in variation in inherited traits.

4. If the two alleles for one gene are different, one may be dominant and the other recessive, so that the dominant trait is the only one that is seen in the organism.

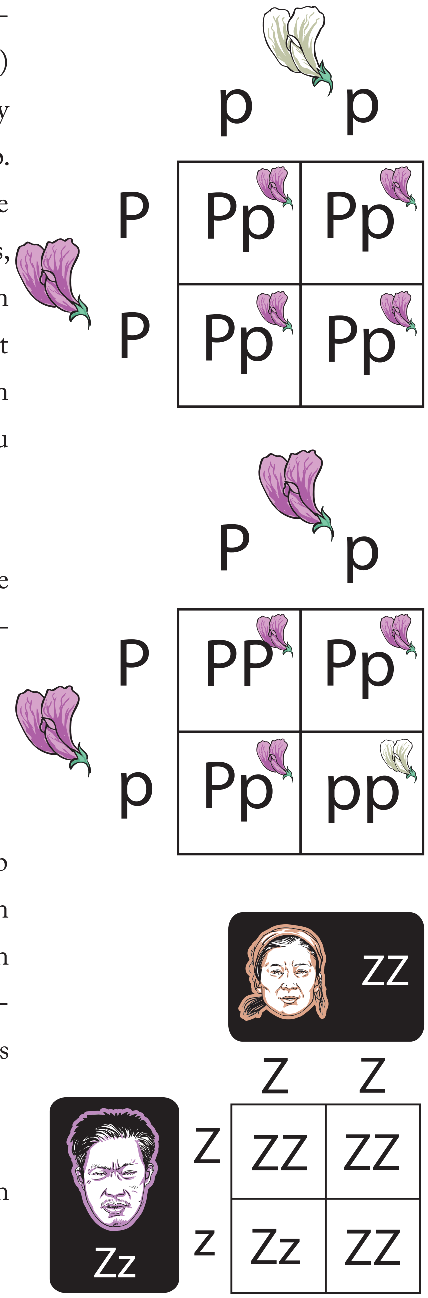
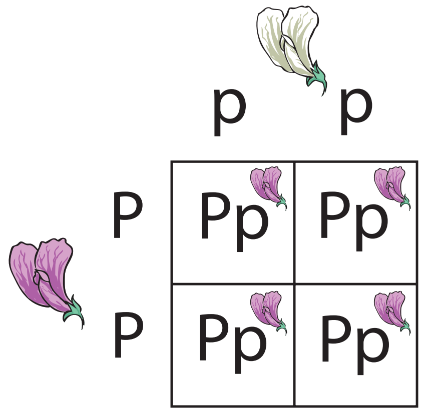
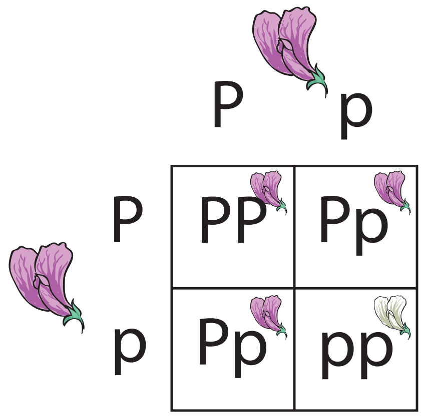


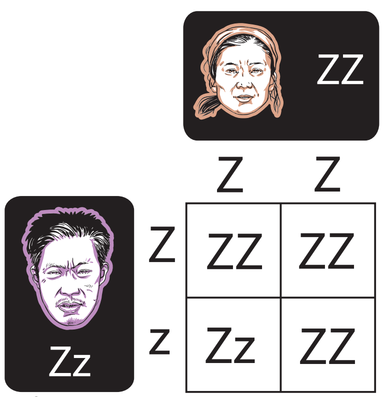
Figure 13: Punnett Squares. In the top figure, Mendel crossed two "pure" plants – one with white flowers and one with purple flowers. In the second figure, he bred two of the offspring from the original cross. In the last figure, gametes are indicated inside the dark blocks on the sides of the square. Inside the squares, the four combinations represent the genotypes of the offspring.



དེ་ལ་མེན་ཌེལ་གྱིས་ཚོད་དཔག་འདི་ལྟར་བྱས་ཏེ། རྩི་ཤིང་ཞིག་ལ་ཕ་མ་རེ་རེ་ནས་ཐོབ་པའི་རིགས་རྫས་ཀྱི་གོང་བུ་རེ་རེའི་ངོ་བཤུས(ཡང་ན། ཨ་ལི་ལ།)རེ་རེ་སྟེ་ཁྱོན་བསྡོམས་གཉིས་རེ་ཡོད། དེ་ལྟར་ན་རིགས་རྫས་གོང་བུ་རེ་རེ་ལ་རིགས་རྫས་འདུས་གཟུགས་གྲུབ་ལུགས་(ཡང་ན། **རིགས་རྫས་འདུས་ལུགས།**)མི་འདྲ་བ་གསུམ་འབྱུང་སྲིད་པ་ཡིན། དཔེར་ན། གལ་ཏེ་P ཆེ་བྲིས་ཀྱིས་ཁ་དོག་སྨུ་མན་དང་། p ཆུང་བྲིས་ཀྱིས་ཁ་དོག་དཀར་པོ་མཚོན་པའི་དབང་དུ་བཏང་ན། (སྐབས་འདིའི་)སྲན་རིལ་རྩི་ཤིང་གི་རིགས་ཀུན་ལ་མེ་ཏོག་གི་ཁ་དོག་དང་འབྲེལ་བའི་རིགས་རྫས་འདུས་ལུགས་ཀྱི་ཚུལ་གཤམ་གསལ་གསུམ་པོ་གང་རུང་ཡིན་ཆོག་པ་ནི། PP, Pp, ཡང་ན་ pp བཅས་ཡིན། དེའི་སྟེང་དུ་ཁོང་གིས་བསམ་ཚུལ་འདི་ལྟར་བརྗོད་དེ། རིགས་རྫས་འདུས་ལུགས་ PP དང་ Pp གཉིས་གའི་མཇུག་འབྲས་སུ་རྩི་ཤིང་མེ་ཏོག་སྨུ་མན་ཅན་སྐྱེ་ལ། དེའི་རྒྱུ་མཚན་ནི་ཆེ་བྲིས་P རྟགས་ཅན་གྱི་སྨུ་མན་དེ་ཆུང་བྲིས་p རྟགས་ཅན་གྱི་དཀར་པོ་ལ་ལྟོས་ཏེ་**མངོན་གཤིས**་ཆེ་བ་ཡིན་པས་ཡིན། རིགས་རྫས་འདུས་ལུགས་ pp གཅིག་པུའི་མཇུག་འབྲས་སུ་རྩི་ཤིང་མེ་ཏོག་དཀར་པོ་ཅན་སྐྱེ་ལ། དེའི་རྒྱུ་མཚན་ནི་ཆུང་བྲིས་ p རྟགས་ཅན་གྱི་དཀར་པོ་དེ་ཆེ་བྲིས་P རྟགས་ཅན་གྱི་སྨུ་མན་ལས་**ཡིབ་གཤིས**་ཆེ་བ་ཡིན་པས་ཡིན་ཞེས་བཤད། དེས་ན་དཔེ་རིས་ ༡༣ དུ་གསལ་བ་བཞིན་གོང་གི་རིག་པ་འདི་ལས་སྔར་མེན་ཌེལ་གྱིས་བསྒྲུབས་པའི་དངོས་བཤེར་གྱི་མཇུག་འབྲས་དེར་འགྲེལ་བཤད་ཐོབ་པ་ཡིན། དཔེ་རིས་འདིའི་རིས་འགྲེལ་བྱེད་ཚུལ་དེ་ལ་པུ་ནེཊ་གྲུ་གཟུགས་ཟེར་ལ། འདིར་ཁྱོད་ཀྱིས་མེན་ཌེལ་གྱི་ཚོད་དཔག་དེས་སྔོན་དཔག་བྱས་པའི་གནད་དོན་གཉིས་མཐོང་ཐུབ་པ་ནི། གཅིག མེ་ཏོག་དཀར་པོ་ཅན་གྱི་རྩི་ཤིང་དེ་རབས་གཉིས་པ་ཁོ་ནར་ཐོན་པ་དེ་དང་(Pp X Pp)། གཉིས། རབས་དེར་ཡང་མེ་ཏོག་སྨུ་མན་ཅན་གྱི་རྩི་ཤིང་གི་གྲངས་ལ་ལྟོས་ཏེ་མེ་ཏོག་དཀར་པོ་ཅན་གྱི་རྩི་ཤིང་གྲངས་འབོར་ཞུང་བ་ཐོན་པ་བཅས་ཡིན།



མེན་ཌེལ་གྱིས་སྲན་རིལ་རྩི་ཤིང་གི་མེ་ཏོག་གི་ཁ་དོག་དང་གཞན་ཡང་སྲན་རིལ་རྩི་ཤིང་གི་ཁྱད་རྟགས་མང་པོ་དང་འབྲེལ་བའི་དངོས་བཤེར་བརྟག་དཔྱད་བྱས་པ་དེ་དག ཁོང་རང་གིས་ཆ་བཞག་གང་བྱས་པ་དང་མཐུན་འགྲིག་བྱུང་ལ། དེ་ལ་བརྟེན་ནས་ཁོང་གིས་རིགས་རྫས་ཀྱི་གཞི་རྩའི་གནས་ལུགས་དང་འབྲེལ་བའི་གཤམ་གསལ་གྱི་ངེས་ཚིག་འདི་དག་གསར་གཏོད་བྱས།



དཔེ་རིས། ༡༣

པུ་ནེཊ་གྲུ་གཟུགས། སྟེང་གི་རིམ་པའི་དཔེ་རིས་ནང་། མེན་ཌེལ་གྱིས་མེ་ཏོག་དཀར་པོ་ཅན་ཞིག་དང་མེ་ཏོག་སྨུ་མན་ཅན་གྱི་"སོན་གཙང་"རྩི་ཤིང་གཉིས་བསྲེས་སྦྱོར་བྱས་ཡོད། རིམ་པ་བར་མའི་དཔེ་རིས་ནང་། ཁོང་གིས་ཐོག་མའི་བསྲེས་སྦྱོར་ལས་བྱུང་བའི་རྒྱུད་འཛིན་གཉིས་སྐྱེད་སྲིང་བྱས་ཡོད། འོག་གི་རིམ་པའི་དཔེ་རིས་ནང་། གྲུ་གཟུགས་ཀྱི་ཕྱོགས་ཟུར་སོ་སོར་འཁོད་པའི་ཁག་ནག་པོ་སོ་སོའི་ནང་ཁམས་བུབས་ཀྱི་རིགས་གང་ཡིན་དེ་མཚོན་ཡོད་ལ། གྲུ་གཟུགས་ཆུང་བ་སོ་སོའི་ནང་གི་ཡིག་ཟུང་སོ་སོས་རྒྱུད་འཛིན་སོ་སོའི་རིགས་རྫས་འདུས་ལུགས་ཀྱི་རྣམ་པ་མཚོན་ཡོད།

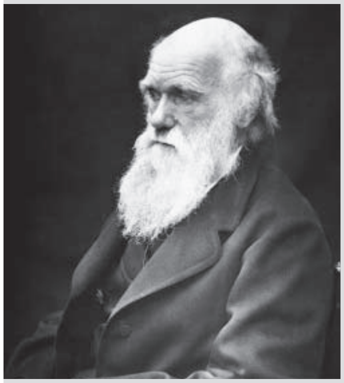
༡ རིགས་རྫས་ཀྱི་གོང་བུ་ཐམས་ཅད་ལ་ཕ་མ་རེ་ལས་རེ་རེ་ཐོབ་པའི་ཡ་རེ་བྱས་པའི་ཨ་ལི་ལ་གཉིས་རེ་ཡོད།

༢ དེ་འདྲའི་ཨ་ལི་ལ་གཉིས་པོ་དེ་(ཁམས་དཀར་དམར་གང་རུང་གི་)ཁམས་བུབས་འགྲུབ་པའི་གནས་སྐབས་སུ་སོ་སོར་ཁ་གྱེས་ནས་ད་གཟོད་ཁམས་བུབས་གཞན་དང་ལྷན་དུ་འདུས་པ་ཡིན། དཔེ་རིས་ ༡༣ པའི་ནང་ཁམས་བུབས་སུ་འགྲུབ་རུང་བ་དག་པུ་ནེཊ་གྲུ་གཟུགས་ཀྱི་ཕྱོགས་ཟུར་སོ་སོར་ཡིག་འབྲུའི་རྣམ་པར་བསྟན་ཡོད། ཁམས་དམར་ཕྲ་ཕུང་རེ་དང་ཁམས་དཀར་ཕྲ་ཕུང་རེ་མཉམ་དུ་འདུས་པ་ལས་རྒྱུད་འཛིན་འབྱུང་བ་དང་། དེ་ལྟར་བྱུང་བའི་རྒྱུད་འཛིན་སོ་སོའི་རིགས་རྫས་འདུས་ལུགས་དེ་གྲུ་གཟུགས་ཆེ་བ་གཅིག་པོ་དེའི་ནང་གི་གྲུ་གཟུགས་ཆུང་བ་བཞི་པོ་རེ་རེའི་ནང་བསྟན་ཡོད། ཁམས་བུབས་ཇི་ལྟར་འགྲུབ་པའི་ཚུལ་རྣམས་ཚེ་སྲོག་ཚན་རིག་གི་ངོ་སྤྲོད་སློབ་དེབ་གཉིས་པ་"རིགས་རྫས་དང་ཕྲ་ཕུང་"ཞེས་པའི་ནང་དུ་གླེང་བར་འགྱུར།

༣ རིགས་རྫས་གོང་བུ་གཅིག་པུ་དེའི་(ཕ་མ་གཉིས་པོ་ལས་རེ་རེ་ཐོབ་པའི་)ཨ་ལི་ལ་མི་འདྲ་བ་རྣམས་ཀྱིས་རྒྱུད་འདེད་ཁྱད་རྟགས་གཞན་དང་གཞན་བསྐྱེད་ཆོག་པ་ཡིན།

༤ གལ་ཏེ་རིགས་རྫས་གོང་བུ་གཅིག་པུ་དེའི་ནང་གི་ཨ་ལི་ལ་གཉིས་པོ་དེ་རིགས་ཐ་དད་ཡིན་ཚེ། དེ་གཉིས་ལས་གཅིག་མངོན་གཤིས་ཅན་དང་གཅིག་ཤོས་ཡིབ་གཤིས་ཅན་དུ་འགྱུར་སྲིད་ལ། སྐབས་དེ་དག་ཏུ་མངོན་གཤིས་ཅན་གྱི་ཁྱད་རྟགས་འབའ་ཞིག་སྐྱེ་ལྡན་དེའི་ལུས་སྟེང་དུ་མཐོང་བ་ཡིན།

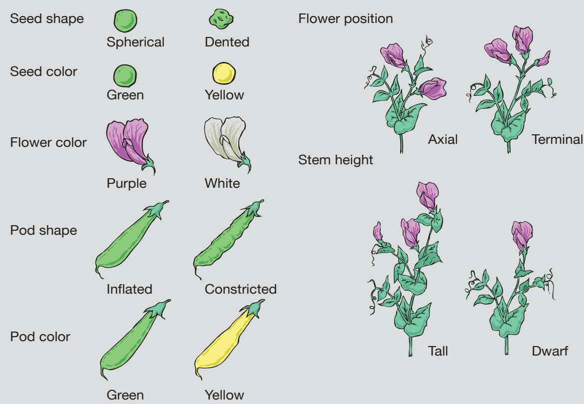
CHARLES DARWIN AND GREGOR MENDEL



Charles Darwin

Gregor Mendel

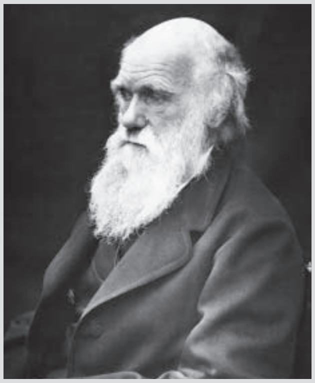
Charles Darwin, the father of evolution, and Gregor Mendel, the father of genetics, were contemporaries, but they never met. Darwin, an Englishman, lived from 1809-1882. Mendel, born into a German family in the Austro-Hungarian Empire, lived from 1822-1884. Mendel became a monk in 1847; as a monk, he was a biology and math teacher. In his spare time, Mendel did groundbreaking research using pea plants (see inset figure). Mendel's careful experimentation with peas led to his formulation of the concept of genes that carry the information for characteristics of living organisms. Mendel's intellectual acumen, like Darwin's, was stunning. He developed and tested hypotheses with only the materials available to any gardener. Mendel's findings, together with Darwin's ideas, revolutionized biological thought. Recent evidence suggests that Darwin did have access to the work in which Mendel described his research on peas, but Darwin either never read it or never realized its relevance to his own ideas. And actually, as is often the case when great ideas are introduced, no one appreciated Mendel's work until decades after his death. Only when the rest of the scientific world caught up to Mendel's ideas, did it become clear how fundamental his experiments and conclusions were. In the century following Mendel and Darwin's historic work, DNA was shown to be the stuff that made up the genes that Mendel had postulated, and DNA and genes were shown to be the hereditary material, the stuff that Darwin's evolution and the environment act upon to effect change in organisms.



Now that we understand Mendel's concepts of genes and genetics, we move to the 20th century when scientists began to appreciate Mendel's concepts at the molecular level. We will spend a good bit of time in Life Sciences Primer Year 2 going into the details of the molecular nature of genes, how genes are controlled, and how they operate in a cell. In terms of our discussion of evolution, here are a few molecular details about DNA we should know:

- Virtually all organisms have DNA as their genetic material.
- All DNA is composed of the same four chemicals, **adenine** (A), **guanine** (G), **thymine** (T) and **cytosine** (C). The order and sequence of these few chemicals is what accounts for all different genes and their differences in all organisms. For example, the purple allele and the white allele of the pea-plant flower color gene have different DNA sequences.
- As we discussed, all organisms are made of cells. Each cell in an organism has the same DNA as every other cell in that organism.

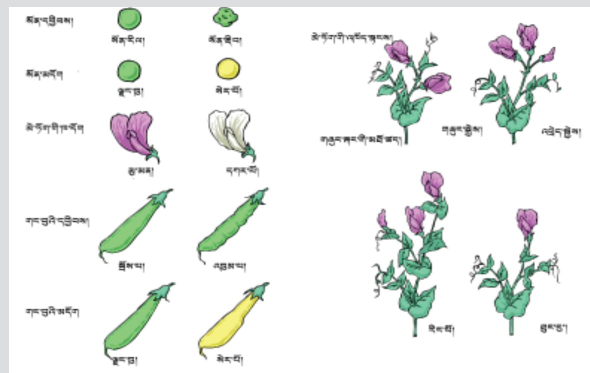
ཆར་ལེསི་ཌར་ཝིན་དང་གྲེ་རེ་གོར་མེན་ཌེལ།



ཆར་ལེསི་ཌར་ཝིན།

གྲེ་རེ་གོར་མེན་ཌེལ།

འཕེལ་འགྱུར་རིག་པའི་ཡབ་ཆེན་ཆར་ལེསི་ཌར་ཝིན་དང་རིགས་རྫས་རིག་པའི་ཡབ་ཆེན་གྲེ་རེ་གོར་མེན་ཌེལ་རྣམ་གཉིས་མི་ཐོག་གཅིག་པ་ཡིན་ཡང་། ཕན་ཚུན་གཏན་ནས་ཐུག་འཕྲད་བྱུང་སྲོང་མེད། དབྱིན་ཇིའི་མི་རིགས་ཡིན་པའི་ཌར་ཝིན་གྱི་ལོ་ ༡༨༠༩-༡༨༨༢ བར་འཚོ་བཞུགས་བྱས་ལ། ཨས་ཊྲི་ཧྲང་གྲེ་རི་ཡན་རྒྱལ་ཁམས་སུ་གཏོགས་པའི་ཛར་མན་ཁྱིམ་ཚང་ཞིག་ཏུ་སྐྱེས་པའི་མེན་ཌེལ་ཁོང་གི་ལོ་ ༡༨༢༢-༡༨༨༤ བར་འཚོ་བཞུགས་བྱས་ཡོད། མེན་ཌེལ་གྱི་ལོ་༡༨༤༧ ལོར་གྲྭ་པར་ཞུགས་ལ། གྲྭ་པ་ཡིན་བཞིན་དུ་ཁོང་གིས་སྐྱེ་དངོས་རིག་པ་དང་གྲངས་རིག་པའི་དགེ་རྒན་བྱས། རང་གི་བར་གསེང་སྐབས་ཁོང་གིས་སྲན་རིལ་རྩི་ཤིང་བེད་སྤྱད་དེ་རིག་གསར་རང་བཞིན་གྱི་ཞིབ་འཇུག་བསྒྲུངས། (བར་འཇུག་དཔེ་རིས་ལ་ལྟོས།) ཁོང་གིས་གཟབ་ནན་ཆེན་པོས་སྲན་རིལ་རྩི་ཤིང་ཐོག་བསྒྲུབས་པའི་དངོས་གཤེར་བརྟག་དཔྱད་བྱས་པ་ལ་བརྟེན་ནས། འཚོ་བཞིས་སྐྱེ་ལྡན་ཞིག་གི་ལུས་པོའི་ཁྱད་རྣམ་སྐོར་གྱི་ཆ་འཕྲིན་ཐོགས་མཁན་གྱི་རིགས་རྫས་གནས་ལུགས་དང་འབྲེལ་བའི་རིགས་པའི་གཞུང་ལུགས་གཏན་ལ་ཕབ་ཐུབ་ཡོད། ཌར་ཝིན་ཇི་བཞིན་མེན་ཌེལ་ཡང་རྣམ་དཔྱོད་ཀྱི་དཔལ་རབ་ཏུ་འབར་བ་ཞིག་ཡིན། ལྷུམ་རའི་ལག་ལེན་པ་ཞིག་ལ་འཛེམས་པའི་ཡོ་བྱད་ཙམ་ཞིག་ལ་བརྟེན་ནས་ཁོང་གིས་རང་གི་ཆ་བཞག་དེ་དག་གི་ཐོག་དངོས་བཤེར་བརྟག་དཔྱད་བྱས། ཌར་ཝིན་གྱི་རིག་པ་དང་མེན་ཌེལ་གྱི་ཉེ་སོན་གཉིས་ཟུང་འབྲེལ་གྱིས་སྐྱེ་དངོས་རིག་པའི་ལྟ་གྲུབ་ལ་ཐབས་ཆེའི་བྱེད་ནུས་ཐེབས་ཡོད། ཉེ་ཆར་ཉེད་རྟོགས་བྱུང་བའི་དཔང་རྟགས་གཞིར་བྱས་ན། མེན་ཌེལ་གྱི་སྲུན་མའི་ཞིབ་འཇུག་སྐོར་གྱི་འགྲེལ་བཤད་ཡིག་ཆ་དེ་ཌར་ཝིན་གྱི་ལག་ཏུ་སྲོན་ཡོད་ཚོད་འདུག་ཀྱང་། ཌར་ཝིན་གྱིས་སྐབས་དེར་ཡིག་ཆ་དེ་མ་བཀླགས་པའམ། ཡང་ན་ཡིག་ཆ་དེ་ཌར་ཝིན་རང་གི་རིག་པ་དང་འབྲེལ་བ་ཡོད་པ་མ་ཤེས་པ་ཡིན་སྲིད། གསར་གཏོད་ཀྱི་རིག་པ་ཆེན་པོ་ཀུན་ལ་རྒྱུན་དུ་འཕྲད་པའི་གནས་སྟངས་ཇི་ལྟ་བ་བཞིན། མེན་ཌེལ་གྱི་མཛད་རྗེས་འདིར་ཡང་ཁོང་འདས་གྲོངས་སོང་རྗེས་ལོ་ངོ་བཅུ་ཕྲག་ཁ་ཤས་བར་མི་གཞན་སུས་ཀྱང་ཡི་རངས་བསྔགས་བརྗོད་ཞུ་མཁན་བྱུང་མེད། ནམ་ཞིག་ན་ཚན་རིག་པ་གཞན་རྣམས་ཀྱིས་མེན་ཌེལ་གྱི་རིག་པའི་གོ་རྟོགས་ཀྱི་རྗེས་ཟིན་པའི་མཚམས་དེར། གཞི་ནས་ཁོང་གི་དངོས་བཤེར་བརྟག་དཔྱད་ཁག་དང་སྡོམ་ཚིག་རྣམས་ཇི་ཙམ་གྱི་རྨང་གཞིའི་རང་བཞིན་ཅན་ཡིན་པ་ཀུན་གྱིས་གསལ་པོར་ཤེས་ཐུབ་པ་བྱུང་། མེན་ཌེལ་དང་ཌར་ཝིན་གཉིས་ཀྱིས་ལོ་རྒྱུས་སྙིང་པོ་ཅན་གྱི་རིག་པ་དེ་དག་བརྙན་ནས་ལོ་ངོ་བརྒྱ་ཕྲག་གཅིག་གི་རྗེས། ཊི་ཨེན་ཨེ་སྐོར་གྱི་གནད་དོན་གསར་རྙེད་བྱུང་ཡོད་ལ། ཊི་ཨེན་ཨེ་ནི་མེན་ཌེལ་གྱིས་ཚོད་རྩིས་བྱས་པའི་རིགས་རྒྱུན་ས་བོན་(ནམ་རིགས་རྫས་)འགྲུབ་བྱེད་ཀྱི་གྲུབ་ཆ་དེ་ཡིན་པར་ངོ་སྤྲོད་བྱས་ཡོད། མ་ཟད་ཊི་ཨེན་ཨེ་དང་རིགས་རྫས་དག་ནི་རྒྱུད་འདེད་དངོས་རྫས་ཡིན་པ་དང་། ཌར་ཝིན་གྱིས་གླིང་པའི་འཕེལ་འགྱུར་རིག་པ་དང་ཕོར་ཡུག་དག་གིས། རྒྱུད་འདེད་དངོས་རྫས་འདི་དག་གི་སྟེང་དུ་བྱེད་ནུས་བཏོན་པའི་སྒོས་སྐྱེ་ལྡན་ལ་འགྱུར་བ་བསྐྱེད་ཚུལ་ཡང་ངོ་སྤྲོད་བྱས་ཡོད།



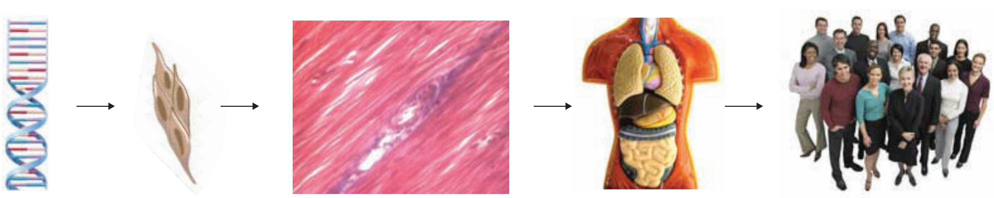
ང་ཚོས་རིགས་རྫས་དང་རིགས་རྫས་རྒྱུད་འདེད་བྱེད་ཚུལ་སྐོར་གྱི་མེན་ཌེལ་གྱི་ལྟ་ཚུལ་རྣམས་ཤེས་ཟིན་པས། ད་རིམ་གྱིས་དུས་རབས་ཉི་ཤུ་པའི་ཕྱོགས་སུ་བཞུད་ལ། མེན་ཌེལ་གྱི་ལྟ་ཚུལ་དེས་བསྟན་པའི་འདུས་རྟུལ་རིམ་པའི་གནད་འགག་རྣམས་དུས་རབས་འདིའི་ཚན་རིག་པ་རྣམས་ཀྱིས་རྟོགས་ཚུལ་ལ་བསམ་གཞིག་བྱེད། ཚེ་སྲོག་ཚན་རིག་གི་ངོ་སྤྲོད་སློབ་དེབ་གཉིས་པའི་ནང་འདུས་རྟུལ་རིམ་པར་རིགས་རྫས་ཀྱི་གནས་ལུགས་དང་། རིགས་རྫས་རྣམས་ཇི་ལྟར་ཚོད་འཛིན་བྱེད་ཚུལ། ཕྲ་ཕུང་ཞིག་གི་ནང་རིགས་རྫས་དེ་དག་ཇི་ལྟར་ལས་ལ་འཇུག་ཚུལ་བཅས་རྒྱས་པར་གླེང་བར་འགྱུར་ལ། མིག་སྔར་འཕེལ་འགྱུར་གྱི་གྲོས་སྟུར་འདིར་ངེས་པར་མཁོ་བའི་ཊི་ཨེན་ཨེ་དང་འབྲེལ་བའི་འདུས་རྟུལ་རིམ་པའི་ཞིབ་ཆ་འགའ་རེ་གཤམ་དུ་གསལ་བ་ལྟར་ཏེ།

- ད་ལམ་སྐྱེ་ལྡན་ཀུན་ལ་ཊི་ཨེན་ཨེ་ཡོད་ལ། དེ་སྐྱེ་ལྡན་དེའི་རྒྱུད་འདེད་དངོས་རྫས་ཀྱི་གྲུབ་ཆ་ཡིན།
- ཊི་ཨེན་ཨེ་ཀུན་རྫས་འགྱུར་གྱི་དངོས་པོ་བཞི་པོ་གཅིག་མཚུངས་ལས་གྲུབ་པ་ཡིན་ཏེ། ཨེ་ཌི་ནིན། (ཨེ), གུ་ཡ་ནིན། (ཇི), ཐའི་མིན། (ཊི), སའི་ཊོ་སིན། (སི)བཅས་སོ། །རྫས་འགྱུར་གྱི་དངོས་པོ་ཞུང་དུ་དེ་ཚོའི་ནང་གསེས་ཀྱི་བང་རིམ་དང་འཁོད་རིམ་གྱི་དབང་གིས་སྐྱེ་ལྡན་ཕན་ཚུན་གྱི་རིགས་རྫས་ཀྱི་ཁྱད་པར་དང་ཁྱད་རྣམ་གྱི་དེ་བག་བཅས་ཀྱི་ཁག་ཐེག་བྱེད་ཀྱི་ཡོད། དཔེར་ན། སྲན་རིལ་རྩི་ཤིང་གི་མེ་ཏོག་གི་ཚོན་མདོག་སྐྱེད་པའི་རིགས་རྫས་ནང་གི་སྨུ་མན་ཨ་ཤིལ་དང་དཀར་པོའི་ཨ་ཤིལ་སོ་སོའི་སྟེང་གི་ཊི་ཨེན་ཨེ་ཡི་འཁོད་རིམ་གཅིག་གྱུར་མིན།
- ང་ཚོས་གོང་དུ་གྲོས་སྟུར་བྱས་པ་བཞིན། སྐྱེ་ལྡན་ཀུན་ཕྲ་ཕུང་ལས་གྲུབ་པ་ཡིན་ལ། སྐྱེ་ལྡན་ཞིག་གི་ཕྲ་ཕུང་ཀུན་རེ་རེ་ནས་ཊི་ཨེན་ཨེ་ཡི་རྫས་ཆ་གཅིག་མཚུངས་ལས་གྲུབ་པ་ཤ་སྟག་ཡིན།

- The genes, acted on by the environment, encode proteins and other molecules that do much of the work and constitute most of the structures in organisms.
- Only the genes that are 'needed' in a particular cell at a particular time are used or 'turned on' to make protein.
- Humans have in total about 30,000 genes on 23 pairs of chromosomes in each of the cells in our body. It is estimated that the human body has 10 trillion cells.
- We inherit a version of each chromosome from each parent. Each pair of chromosomes is nearly identical in DNA sequence, but there are a few differences.
- A given species has all of the same genes, but some of these exist in different versions (as reflected in DNA sequence differences like that seen in the pea plant flower color gene) that allow for slight variation in traits of individuals within that same species population.

To keep our perspective here, look at the figure below that summarizes this information about genes. We see that the DNA that makes up genes is inside cells, and we are reminded that, in multicellular organisms like us or pea plants, cells together make up tissues, which together make up organs, which together make up organisms.

A significant contribution to any trait or characteristic of any living thing comes from the genes; genes and the DNA that composes them are the currency of evolution. Therefore it makes sense that the more related are two organisms, the more similar their DNA. When the DNA changes, genes can change, and thus traits can change. Thus, scientists also use DNA similarities and differences to develop phylogenies, and measure degree of relatedness,and variation over time.



DNA CELLS TISSUES ORGANS ORGANISMS

EVOLUTIONARY CONSERVATION AT THE MOLECULAR LEVEL

Consider the implications: *all* living organisms have DNA as their genetic material. One strong idea that follows from this is that since DNA is the substrate for evolutionary change, the *processes* of evolutionary change are most likely the same for all living

DNA:
AN INTRODUCTION

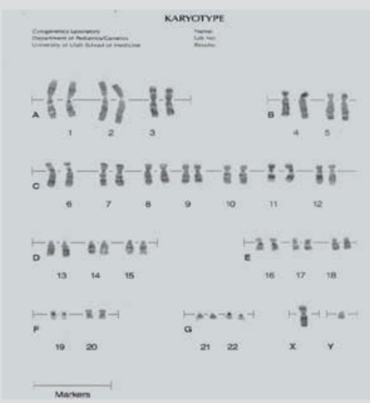
DNA is the genetic material of nearly all known organisms; it consists of four chemicals -- Adenine, Guanine, Cytosine, and Thymine. These chemicals bind together in a specific way which we'll discuss in future primers. The way in which they bind lends DNA its **secondary structure** -- a double helix, seen below.

Genes are pieces of DNA that encode specific proteins that work to keep an organism alive and constitute its cells, tissues, and organs. Genes are grouped on chromosomes. Humans have 23 pairs of chromosomes. Maps of human chromosomes are known as **karyotypes**, as seen below.

ཌི་ཨེན་ཨེ། ཛ་སྒྲོད།

ཌི་ཨེན་ཨེ་ནི་ད་བར་ངོས་ཟིན་པའི་ཧ་ལམ་སྐྱེ་ལྡན་ཀུན་ལ་ལྡན་པའི་རྒྱུད་འདེད་དངོས་རྫས་ཡིན་ལ། དེ་ལ་ཨེ་ཊ་ཞིན། གུཨ་ཞིན། ཐཡེ་མིན་དང་། སཡི་ཏོ་སིན་བཅས་རྫས་འགྱུར་གྱི་དངོས་པོ་བཞི་འདུས་ཡོད། རྫས་འགྱུར་གྱི་དངོས་པོ་འདི་དག་ཕན་ཚུན་ཚོས་ཉིད་ཁྱད་པར་བའི་སྒོས་འཁྱུད་ནས་གནས་ཡོད་ཅིང་། འདིའི་སྐོར་ཛ་སྒྲོད་རྒྱས་པ་སློབ་དེབ་ཕྱི་མ་རྣམས་སུ་ཞིབ་སྟུར་སྒོས་གླིང་རྒྱུ་ཡིན། ཕན་ཚུན་འཁྱུད་པའི་ཚོས་ཉིད་དེས་ཌི་ཨེན་ཨེ་ལ་གཤམ་གསལ་ལྟར་གཉིས་འཁྱུད་དབྱིབས་སུ་གྱུར་པའི་རབས་གཉིས་པའི་གྲུབ་ཚུལ་ཞིག་སྦྱིན་གྱི་ཡོད། རིགས་རྒྱས་ནི་ཌི་ཨེན་ཨེ་ཡི་(དཀྱུས་སྐུད་དེའི་)དུམ་བུ་ལ་ཟེར་ལ། དུམ་བུ་དེ་དག་གིས་སྒྲི་རྒྱས་ངེས་ཅན་དག་གི་རིགས་རྒྱུན་རྒྱུ་ཆ་ངེས་གཏན་བྱེད། དེ་ལྟར་ངེས་གཏན་བྱས་པའི་སྒྲི་རྒྱས་དག་ལས་སྐྱེ་ལྡན་དེའི་ཕྲ་ཕུང་

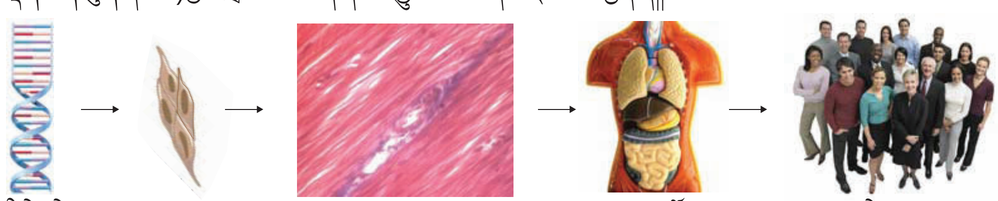
དང་། ཕུང་གྲུབ། དབང་པོ་བཅས་གྲུབ་པར་མ་ཟད། འབྲེལ་ཡོད་སྐྱེ་ལྡན་དེ་གསོན་པོར་གནས་པར་ཡང་བྱེད་ནུས་འདོན། རིགས་རྒྱས་རྣམས་ཚོས་གཟུགས་ཀྱི་སྟེང་དུ་ཐུབ་ནས་གནས་ཡོད་ཅིང་། མི་རེ་རེ་ལ་ཚོས་གཟུགས་ཆ་སྒྲིག་ ༢༣ ཡོད། འོག་ཏུ་གསལ་བ་བཞིན། མིའི་ལུས་ཀྱི་ཚོས་གཟུགས་ཀྱི་རིས་བཀྲ་ལ་ཚོས་གཟུགས་སྣར་སྒྲིག་ཟེར་བ་ཡིན།



- སོ་སོར་ཁོར་ཡུག་གི་བྱེད་ནུས་ཐེབས་ཚུལ་དང་མཐུན་པར་རིགས་རྒྱས་སོ་སོས་སྒྲི་རྒྱས་དང་འདུས་རྒྱལ་གཞན་གྱི་གསང་འཕྲིན་གྲུབ་ལུགས་ཀྱི་ཐག་གཅོད་བྱེད་ལ། དེ་ལྟར་གྲུབ་པའི་སྒྲི་རྒྱས་དང་འདུས་རྒྱལ་རྣམས་ལས་སྐྱེ་ལྡན་དེའི་ནང་གི་གཟུགས་རྣམ་ཆགས་དབྱིབས་ཀྱི་བཀོད་པ་རྣམས་གྲུབ་པ་དང་། གཞན་ཡང་དེ་དག་གིས་སྐྱེ་ལྡན་དེའི་ནང་གི་བྱེད་ལས་མང་ཆེ་བ་སྒྲུབ་ཀྱིན་ཡོད།
- དུས་ཚོད་ངེས་ཅན་ཞིག་ལ་ཕྲ་ཕུང་ངེས་ཅན་ཞིག་ནང་གི་མཐོ་ངེས་ཀྱི་རིགས་རྒྱས་འབའ་ཞིག་བེད་སྤྱོད་པའམ། "སྐྱིད་སྡོང་"བྱས་ཏེ་སྒྲི་དཀར་བཅུད་དེ་དག་བཟོ་སྐྲུན་བྱེད་ཀྱི་ཡོད།
- མི་ཞིག་གི་ལུས་པོའི་ཕྲ་ཕུང་རེ་རེའི་ནང་གི་ཚོས་གཟུགས་ཆ་སྒྲིག་ ༢༣ པོའི་སྟེང་དུ་སྤྱི་གྲངས་སུ་རིགས་རྒྱས་ ༣༠༠༠༠ ཡོད་པ་དང་། མི་ཞིག་གི་ལུས་པོའི་ནང་ཕྲ་ཕུང་དེ་འདྲ་སྤྱི་གྲངས་སུ་ཁྲག་ཁྲིག་ཆེ་བ་བཅུ་ཡོད་པར་ཚོད་རྩིས་བྱེད་ཀྱི་ཡོད།
- ང་ཚོར་རང་གི་ཕ་མ་རེ་རེ་ལས་ཚོས་གཟུགས་ཡ་རེ་རེ་ཙམ་རྒྱུད་འདེད་གོ་རིམ་ཁྲིད་འཐོབ་ཀྱི་ཡོད། ཚོས་གཟུགས་ཀྱི་ཆ་སྒྲིག་རེའི་ནང་གི་ཡ་གཉིས་པོ་ནང་ཕན་ཚུན་ཌི་ཨེན་ཨེའི་འསོད་རིམ་ཐད་ཧ་ཅང་འདྲ་པོ་ཡོད་མོད། འོན་ཀྱང་མི་འདྲ་ས་ཞུང་ཤས་ཡོད་པ་རེད།
- སྐྱེ་ལྡན་གྱི་ཉེ་རིགས་གཅིག་ཏུ་གཏོགས་པའི་སྐྱེ་ལྡན་གྱི་རྣམ་པ་ཀུན་ལ་རིགས་རྒྱས་ཀྱི་ཆ་རྐྱེན་གཅིག་མཚུངས་སུ་ཡོད་ལ། འོན་ཀྱང་(གོང་དུ་སྲན་རིལ་རྩི་ཤིང་གི་མེ་ཏོག་གི་ཚོན་མདོག་སྐྱེད་པའི་རིགས་རྒྱས་ནང་ཌི་ཨེན་ཨེ་ཡི་འསོད་རིམ་གཅིག་གྱུར་མིན་པའི་རྣམ་པ་གསལ་བ་བཞིན་)ནང་གསེས་སུ་བཀོད་སྒྲིག་གི་ཁྱད་པར་ཙུང་ཟད་ཡོད་པའི་རྐྱེན་གྱིས། སྐྱེ་ལྡན་ཉེ་རིགས་གཅིག་གི་ཚོགས་འདུས་ནང་གི་ཁེར་གཟུགས་སོ་སོར་ཁྱད་རྟགས་མི་འདྲ་བའི་ཁྱད་པར་ཕྲ་མོ་འབྱུང་སྲིད།

སྐབས་ཀྱི་འབྲེལ་མ་བརྟག་པར་བཟུང་བའི་ཕྱོགས་སུ། གཤམ་གསལ་རིགས་རྒྱས་སྐོར་གྱི་ཤེས་བྱ་ཕྱོགས་བསྡུས་ཀྱི་རིམ་འགྲེལ་དེར་བལྟ་དགོས། དེར་ང་ཚོས་རིགས་རྒྱས་གང་ལས་གྲུབ་པའི་ཌི་ཨེན་ཨེ་དེ་དག་ཕྲ་ཕུང་གི་ལུས་ཀྱི་ནང་དུ་ཡོད་པར་མཐོང་ཞིང་། མི་དང་སྲན་རིལ་རྩི་ཤིང་ལྟ་བུ་ཕྲ་ཕུང་མང་ལྡན་གྱི་སྐྱེ་ལྡན་གྱི་ཕུང་གྲུབ་རྣམས་ཕྲ་ཕུང་འདུས་པ་ལས་གྲུབ་པ་དང་། ཕུང་གྲུབ་འདུས་པ་ལས་དབང་པོ་གྲུབ་པ་དང་། དབང་པོ་འདུས་པ་ལས་སྐྱེ་ལྡན་གྲུབ་པ་བཅས་ལའང་རིམ་འགྲེལ་དེས་ང་ཚོར་དྲན་གསོ་བྱེད་དོ།

ཕྱོགས་ལྡན་གྱི་དངོས་པོ་ཅི་འདྲ་ཞིག་ཡིན་རུང་། དེའི་ཁྱད་རྟགས་སམ་ཁྱད་རྣམ་གྱི་རིགས་ཅི་འདྲ་ཞིག་འགྲུབ་པར་བྱེད་ནུས་འདོན་མཁན་གཙོ་བོ་དེ་རིགས་རྒྱས་གཞི་རྒྱུ་དེ་དག་ཡིན། རིགས་རྒྱས་དང་རིགས་རྒྱས་གང་ལས་གྲུབ་པའི་ཌི་ཨེན་ཨེ་རྣམས་འཕེལ་འགྱུར་གོ་རིམ་ཁྲོད་ཀྱི་བརྒྱུད་ལམ་ལྟ་བུ་ཡིན། དེ་ལྟར་ན་སྐྱེ་ལྡན་གྱི་རྣམ་པ་གཉིས་ཇི་ཙམ་འབྲེལ་ཐག་ཉེ་བ་དེའི་ཚོད་ཀྱིས་དེ་གཉིས་ཀྱི་ཌི་ཨེན་ཨེ་ཆགས་གཞི་ཡང་མཚུངས་ཚུལ་བཤད་པ་དེར་གནས་ལུགས་ལྡན་ཡོད། ཌི་ཨེན་ཨེ་ལ་འགྱུར་བ་བྱུང་བས་རིགས་རྒྱས་ལ་འགྱུར་བ་འབྱུང་ལ། དེ་ལས་ཁྱད་རྟགས་ལ་འགྱུར་བ་འབྱུང་བ་ཡིན། དེ་བས་ན་ཚན་རིག་པ་རྣམས་ཀྱིས་ཌི་ཨེན་ཨེ་སྟེང་གི་འདྲ་ས་དང་མི་འདྲ་སའི་ཤེས་བྱ་བཀོལ་ཏེ་སྐྱེ་ལྡན་ཚོགས་སྡེའི་བྱུང་རབས་སྒྲིག་པ་དང་། དུས་ཀྱི་རྒྱུན་ཐག་ཁྲོད་དུ་(སྐྱེ་ལྡན་ཕན་ཚུན་དབར་)གྱི་འབྲེལ་བའི་ཚད་དང་འགྱུར་བའི་ཚད་འཇལ་བར་བྱེད་དོ།



ཌི་ཨེན་ཨེ། ཕྲ་ཕུང་། ཕུང་གྲུབ། དབང་པོ། སྐྱེ་ལྡན།

འདུས་རྒྱལ་གྱི་རིམ་པར་སྒྲུབ་པའི་འཕེལ་འགྱུར་གྱི་ཞར་སྦྱང་གོ་རིམ།

དོན་གྱིས་སྟེ་སྟོན་བྱས་པའི་གྲུབ་དོན་འདི་ར་སེམས་དང་། སྐྱེ་ལྡན་ཀུན་ལ་རང་གི་རིགས་འདེད་དངོས་རྒྱས་ཀྱི་གྲུབ་ཆ་ཌི་ཨེན་ཨེ་ལྡན་ཡོད་ལ། ཌི་ཨེན་ཨེ་ནི་འཕེལ་འགྱུར་གོ་རིམ་ཁྲོད་ཀྱི་འགྱུར་བའི་གཞི་རྟེན་ཡིན། དེས་ན་གོང་གསལ་གནད་དོན་དེས་བསྟན་པའི་རིག་པ་ཕྱོགས་ཏུ་མེད་པ་ཞིག་ནི། འཚོ་བཞིན་ཀྱི་སྐྱེ་ལྡན་ཀུན་འབྱིམས་པའི་འཕེལ་འགྱུར་གྱི་འགྱུར་བའི་རྒྱུད་རིམ་དེ་ཧ་ལམ་སྐྱེ་ལྡན་དེ་ཀུན་ལ་གཅིག་གྱུར་ཡིན་པ་དེ་རེད། འདི་ཉིད་སྔར་ཡང་བློས་ཏེ་སྣ་ན་འདི་ལྟར། ཊར་ཝིན་གྱིས་རྣམ་དཔྱོད་ཆེན་པོས་སྔར་ནས་གསལ་སྟོན་བྱས་པ་བཞིན།

organisms. This is worth repeating: not only are evolutionary processes conceptually the same, as Darwin so brilliantly demonstrated, but the very chemical substrate, DNA, that underlies these processes is the same. This logic leads us to another enormously striking piece of evidence for Darwin's ideas. Think about it: (1) Darwin hypothesized that all organisms share a common ancestor—all organisms are related; (2) Evolution '**conserves**' the things, mechanisms, or processes that work because they give organisms survival advantages; (3) All organisms use DNA as their genetic material; (4) So, this strongly suggests that the original common ancestors, the roots of Earth's family tree of life, successfully used DNA to store and pass on information—so successfully that evolution conserved DNA and its functions in all organisms that have evolved in the billions of years since.

Not only is DNA conserved by evolution in all organisms, but the *sequences* of the DNA chemicals that encode particular genes are also conserved. The more important the function of a gene, the more similar the sequences of those genes are throughout the family tree of life. For example, all cells need energy to function; this has been true since the very first cell. So, you should not find it too surprising that genes involved in making energy are conserved and very similar. Figure 14 shows the protein sequence (encoded by the DNA sequence) for a gene/protein involved in energy production. You can see that organisms throughout the tree of life, from rice to humans have this gene, *and* the sequences of it are very, very similar, that is they have been conserved over millions and millions of years of evolution. We discuss DNA and how it is converted into proteins in much more detail in Life Sciences Primer ; for now, the major concept to grasp is that proteins with similar functions have similar sequence across evolutionary time. Scientists actually use the amount of change, together with estimates on how often such change happens in these genes, to build family trees and estimate roughly how far apart in time two organisms shared a common ancestor.

```
    COW 1 ----AEESSKAVKYYTLEEIQKHNSKSTWLILHYKVYDLTKFLEEHPGGEEVLREQAGGDATENFED
CHICKEN 1-MVGSAGGEAWRGKYYTLEEIQKHNSQSTWLILHYKVYDLTKFLEEHPGGEEVLREQAGGDATENFED
  HORSE 1 ----AEQSDKAVKYYTLEEIQKHHSKSTWLILHYKVYDLTKFLEEHPGGEEVLREQAGGDATENFED
  HUMAN 1 ----AEQSDEAVKYYTLEEIQKHHSKSTWLILHYKVYDLTKFLEEHPGGEEVLREQAGGDATENFED
  RICE 1 ------MSNDNKKVYTLEEVAKHNSKDDCWLIIGGKVYNVSKFLEDHPGGDDVLLSSTGKDATDDFED
```

Figure 14: Protein sequence of cytochrome b5 showing homology across species -- including cow, chicken, horse, human, and rice. A small, stylized section of the protein sequence (a direct reflection of the gene DNA sequence) of a protein called cytochrome b5 involved in energy production in cells. The protein, its function, and its sequence are conserved by evolution in nearly all eukaryotic cells. The shaded areas indicate protein sequence that is identical (perfectly conserved) among several species that are separated by millions of years of evolutionary time. Each single letter stands for one of the 20 amino acids that the DNA encodes.

(སྐྱེ་ལྡན་ཀུན་འགྲེམས་པའི་)འཕེལ་འགྱུར་གྱི་རྒྱུད་རིམ་དེ་རྣམ་གཞག་གཏན་ལ་འབེབས་ཚུལ་གྱི་དབང་དུ་གཅིག་གྱུར་ཡིན་པར་མ་ཟད། རྒྱུད་རིམ་འདིའི་གཞི་རྟེན་དུ་གྱུར་པའི་རྫས་འགྱུར་གྱི་དངོས་པོ་སྟེ། ཊི་ཨེན་ཨེ་ཡི་ཆ་ནས་ཀྱང་གཅིག་གྱུར་རེད། གནས་ལུགས་འདིས་སྐབས་ཡང་ཌར་ཝིན་གྱི་རིག་པར་དབང་རྟགས་ལྷབས་ཆེན་ཞིག་འདོན་གྱི་ཡོད། གསུམ་གསལ་འདི་དག་ལ་སོམས་དང་། ༡ ཌར་ཝིན་གྱིས་སྐྱེ་ལྡན་ཀུན་ལ་ཐུན་མོང་གི་མེས་པོ་ཞིག་ཡོད་པར་ཆ་བཞག་བྱས་ལ། འདིས་དེ་ཀུན་ལ་ཕན་ཚུན་གཉེན་ཚན་གྱི་འབྲེལ་བ་ཡོད་པར་བསྟུས་པ་རེད། ༢ འཕེལ་འགྱུར་གྱི་གོ་རིམ་གྱིས་མཐུན་འཕྲོད་རང་བཞིན་གྱི་དངོས་པོ་དང་། བྱེད་རིམ་དང་། རྒྱུད་རིམ་དེ་དག་གསོག་ཞར་བྱེད་དེ། དེ་དག་གིས་སྐྱེ་ལྡན་རྣམས་ལ་འཚོ་གནས་ཀྱི་ཁེ་ཕན་སྦྱིན་པའི་ཕྱིར། ༣ སྐྱེ་ལྡན་ཀུན་གྱིས་ཊི་ཨེན་ཨེ་དེ་རང་གི་རྒྱུད་འདེད་དངོས་རྫས་སུ་བཀོལ་སྤྱོད་བྱེད་ཀྱི་ཡོད། ༤ དེས་ན་འདིས་སའི་གོ་ལའི་སྟེང་གི་ཚེ་སྲོག་ཁྱིམ་རྒྱུད་ཀྱི་རྩ་བར་གྱུར་པའི་ཐུན་མོང་གི་གདོད་མའི་མེས་པོ་དེ་དག་གིས་དོན་སྙིང་ལྡན་པའི་སྒོ་ནས་ཊི་ཨེན་ཨེ་བཀོལ་ཏེ་ཆ་འཕྲིན་ཞར་གསོག་དང་བརྒྱུད་སྤྲོད་བྱས་པར་སྣེ་སྟོན་བྱེད་དེ། ལོ་ངོ་ཐེར་འབུམ་དུ་མའི་ཡར་སྔོན་ནས་འཕེལ་འགྱུར་བྱུང་དང་འབྱུང་བཞིན་པའི་སྐྱེ་ལྡན་ཐམས་ཅད་ཀྱི་ནང་དུ་ཊི་ཨེན་ཨེ་དང་དེའི་བྱེད་ལས་ཉམས་མེད་གསོག་ཞར་བྱས་ཡོད་པའི་ཕྱིར།

དེ་ཡང་འཕེལ་འགྱུར་ལ་བརྟེན་ནས་སྐྱེ་ལྡན་ཐམས་ཅད་ཀྱི་ནང་དུ་ཊི་ཨེན་ཨེ་གསོག་ཞར་བྱས་ཐུབ་པ་ཙམ་དུ་མ་ཟད། དེ་ལ་བརྟེན་ནས་རིགས་རྫས་ཀྱི་བརྡ་སྒྲིག་གཏན་ཁེལ་བྱེད་པའི་ཊི་ཨེན་ཨེའི་རྫས་འགྱུར་གྱི་ཆགས་ཚུལ་ཡང་ཞར་སྲུང་བྱས་ཐུབ་ཡོད། རིགས་རྫས་བྱེ་བྲག་པ་ཞིག་གི་བྱེད་ལས་ཇི་ཙམ་གནད་ཆེ་བ་ཡོད་པ་དེའི་ཚོད་ཀྱིས་ཚེ་སྲོག་གི་ཁྱིམ་རྒྱུད་དེའི་ཁྲོན་ཡོངས་སུ་རིགས་རྫས་དེའི་འཁོད་རིམ་ཡང་གཅིག་འདྲར་རྙེད་ཡོད། དཔེར་ན། རང་གི་བྱེད་སྒོར་ཞུགས་པར་ཕྲ་ཕུང་ཐམས་ཅད་ལ་ནུས་པའི་དགོས་མཁོ་ཡོད། འདི་ནི་ཐོག་དང་པོའི་ཕྲ་ཕུང་ནས་བཟུང་སྟེ་ཕྲ་ཕུང་ཀུན་ལ་འགྲོ་སྟངས་གཅིག་གྱུར་ཡིན། དེས་ན་ནུས་པ་སྐྱེད་སྐྲུན་བྱེད་པའི་རིགས་རྫས་ནང་ཕན་ཚུན་ཆོས་མཚུངས་སུ་གྱུར་པ་དང་། དེ་དག་ཞར་སྲུང་བྱས་པ་མཐོང་བ་དེས་ཁྱད་ཅག་ངོ་མཚར་སྐྱེ་དགོས་པ་མེད། དཔེ་རིས་ ༡༩ དེ་ནི་ནུས་པ་བཟོ་འདོན་གྱི་ལས་ལ་ཞུགས་པའི་རིགས་རྫས་སམ་སྤྲི་རྫས་ཤིག་ལ་ལྡན་པའི་ (ཊི་ཨེན་ཨེ་ཡི་འཁོད་རིམ་གྱིས་བརྡ་སྒྲིག་བྱས་པའི་)སྤྲི་རྫས་ཆགས་ཚུལ་གྱི་མཚོན་དོན་དཔེ་རིས་ཡིན། ཆུ་འབྲས་ནས་མིའི་འགྲོ་བའི་བར་ཁྱིམ་རྒྱུད་སྟོང་པོའི་ཁྲོན་ཡོངས་ལ་ཁྱབ་པའི་སྐྱེ་ལྡན་ཀུན་ལ་རིགས་རྫས་འདི་ཡོད་པ་དང་། རིགས་རྫས་དེའི་ཆགས་ཚུལ་ཧ་ཅང་གཅིག་འདྲ་ཡིན་པ་ཁྱོད་ཀྱིས་མཐོང་ཐུབ། དེ་ནི་ཆགས་ཚུལ་དེ་འདྲ་ལོ་ངོས་ཡ་མང་པོའི་འཕེལ་འགྱུར་གྱི་གོ་རིམ་ནང་ཞར་སྲུང་བྱས་པ་མཚོན་པ་ཡིན། ང་ཚོས་ཚེ་སྲོག་ཚན་རིག་གི་སློབ་འགྲོ་སློབ་དེབ་གཉིས་པར་ཊི་ཨེན་ཨེ་སྐོར་དང་། དེ་ཉིད་སྤྲི་རྫས་ཀྱི་ངོ་བོར་བརྗེ་སྒྱུར་བྱེད་ཚུལ་སྐོར་ཞིབ་ཆགས་སློབ་གྲོས་སྤྲུར་བྱ་རྒྱུ་ཡིན། འོན་ཀྱང་མིག་སྔར་ཤེས་རྟོགས་དགོས་པ་ནི། འཕེལ་འགྱུར་གྱི་དུས་ཡུན་ཐམས་ཅད་དུ་བྱེད་ལས་གཅིག་གྱུར་ལྡན་པའི་སྤྲི་རྫས་ཀྱི་རིགས་ལ་ཆགས་ཚུལ་ཡང་གཅིག་གྱུར་ཡོད་པ་དེ་ཡིན། དོན་དངོས་སུའང་ཚན་རིག་པ་རྣམས་ཀྱིས་རིགས་རྫས་ཀྱི་སྟེང་དུ་ཐེབས་པའི་འགྱུར་བའི་ཁྲོན་འབོར་དང་། འགྱུར་བ་འདི་འདྲ་ཞིག་ཐེངས་ཇི་ཙམ་འབྱུང་བའི་གནས་ཚུལ་ཟུང་འབྲེལ་བྱས་ཏེ། ཁྱིམ་རྒྱུད་སྟོང་པོ་བསྐྱུན་པ་དང་། སྐྱེ་ལྡན་གཉིས་ཀྱིས་དུས་ཀྱི་མཚམས་ཇི་ཙམ་ཞིག་ན་ཐུན་མོང་གི་ཕ་མེས་ཤིག་མཉམ་སྤྱོད་བྱས་ཡོད་མིན་རགས་རྩིས་རྒྱག་གི་ཡོད།

```
    COW 1 ----AEESSKAVKYYTLEEIQKHNSKSTWLILHYKVYDLTKFLEEHPGGEEVLREQAGGDATENFED
CHICKEN 1-MVGSAGGEAWRGKYYTLEEIQKHNSQSTWLILHYKVYDLTKFLEEHPGGEEVLREQAGGDATENFED
  HORSE 1 ----AEQSDKAVKYYTLEEIQKHHSKSTWLILHYKVYDLTKFLEEHPGGEEVLREQAGGDATENFED
  HUMAN 1 ----AEQSDEAVKYYTLEEIQKHHSKSTWLILHYKVYDLTKFLEEHPGGEEVLREQAGGDATENFED
   RICE 1 ------MSNDNKKVYTLEEVAKHNSKDDCWLIIGGKVYNVSKFLEDHPGGDDVLLSSTGKDATDDFED
```

དཔེ་རིས། ༡༩ བ་ཕྱུགས་དང་། ཁྱིམ་བྱ་དང་། རྟ་དང་། མི་དང་། ཆུ་འབྲས་བཅས་ཀྱི་སྐྱེ་ལྡན་ཉེ་རིགས་དབར་གྱི་ཁུངས་མཐུན་ཁྱད་ནུས་མཚོན་ཐུབ་པའི་ (སྤྲི་རྫས་ཀྱི་བྱེ་བྲག་) སཡི་ཊོ་ཀོརོམ་སི་༥ (ཕྲ་ཚོན་སི་༥)པའི་སྙིང་གི་སྤྲི་རྫས་ཀྱི་ཆགས་ཚུལ། ཕྲ་ཕུང་ནང་དུ་ནུས་པ་བཟོ་སྐྲུན་ལ་འབྱུག་པའི་སྤྲི་རྫས་སཡི་ཊོ་ཀོརོམ་སི་༥ ཞེར་བ་དེའི་སྙིང་གི་སྤྲི་རྫས་ཆགས་ཚུལ་(ཊི་ཨེན་ཨེ་ཡི་ཆགས་ཚུལ་གྱི་ཐད་ཀའི་སྣང་བརྙན་)གྱི་ཆོས་ཉིད་ལྡན་པའི་སྡེ་ཚན་ཁྲང་ཁྲང་ཞིག ཏ་ལམ་ཉིང་ཅན་ཕྲ་ཕུང་ཀུན་གྱི་ནང་དུ་སྤྲི་རྫས་དང་། དེའི་བྱེད་ལས་དང་། དེའི་ཆགས་ཚུལ་བཅས་པ་འཕེལ་འགྱུར་གྱི་འགྱུར་འགྲོས་ལ་བརྟེན་ནས་ཞར་སྲུང་བྱས་ཡོད། དཔེ་རིས་ནང་གི་གྲིབ་ཁུལ་དེ་དག་གིས་འཕེལ་འགྱུར་གྱི་དུས་ཡུན་ཁྲོད་ལོ་ངོས་ཡ་མང་པོས་བར་དུ་ཚོད་པའི་སྐྱེ་ལྡན་ཉེ་རིགས་དུ་མའི་དབར་སྤྲི་རྫས་ཀྱི་ཆགས་ཚུལ་གཅིག་འདྲ་(འབྱུས་ཚང་སྔོས་ཞར་སྲུང་བྱས་ཡོད་)ཡིན་པའི་རྣམ་པ་མཚོན་ཞིང་། ཡིག་འབྲུ་རེ་རེས་ཊི་ཨེན་ཨེ་ཡིས་བརྡ་སྒྲིག་བྱས་པའི་ཨེ་མི་ནོ་སྐྱུར་རྫས་ཉི་ཤུ་པོའི་ནང་གི་རེ་རེ་མཚོན།

HOW THE ENVIRONMENT AFFECTS DNA

When there is a change in DNA that alters an organism's traits, and if that change gives the organism an advantage in its environment, then the change is likely saved by evolution. Thus, DNA is the substrate on which evolution acts, the paper on which we can read the history of organisms and populations. The next step, then, is to consider *how* changes in DNA happen.

The environment affects which DNA and genes occur and which gene versions are predominant in a population of related organisms (a species). The environment does this through three different levels of action: (1) at the micro-level of particular genes in cells inside an individual organism; (2) at the level of the interaction between genes within an individual organism and the environment of that organism; and (3) at the level of the proportion of the population containing a particular version of a gene.

> IN-DEPTH:
> EFFECT OF CHANGE
>
> You might notice that there is a tension here. On the one hand, the change that drives evolution can come about only when the DNA sequences of genes are changed; in other words DNA change = gene change = phenotype change. On the other hand, change can be dangerous, even deadly, so processes have evolved to prevent DNA change (or too much of it) from happening. On the other hand, sexual reproduction probably evolved in large part as a mechanism to safely increase genetic diversity.

CHANGES IN DNA SEQUENCE: MUTATION

Changes within an individual organism's DNA that makes up its genes are rare and random. However, those rare and random DNA changes that happen to give organisms an advantage are conserved by evolution and passed on to the next generations. The *conservation* of change, therefore, is *not* random.

DNA changes in a particular organism happen through a process called **mutation**, an alteration in the DNA sequence. Mutations are caused by at least three different mechanisms. One is when mistakes are made in the cellular environment in copying the DNA. As mentioned above, each cell has a copy of all the genes of that organism, and every time a cell divides (which is very often for most cells), the cell must copy all this DNA exactly. Many proofreading mechanisms have evolved in our cells to ensure such mistakes are rare, but they *do* happen.

Mutations can also be caused by environmental agents, such as ultraviolet light from the sun or certain poisons called **mutagens** (Figure 15). Such mutations are also often detected and repaired by cellular mechanisms. Even when these mutations that remain unrepaired affect specific cells, they are only passed on to the next generation, they are only substrates of evolution, if they occur in the DNA of the **gamete** cells—the sperm or eggs—of the parents. Only the DNA in gametes is inherited by offspring.

> **Ionizing radiation**
> **Ultraviolet radiation**
> **Base analogs,** which substitute for DNA bases and cause copying errors
> **Intercalating agents**, such as ethidium bromide, that get inserted between bases in the DNA double helix
> **Alkaloid plants**
> **Bromine**
> **Sodium azide**
> **Benzene**

Figure 15: Common Types of Mutagens

Speaking of gametes, a third way DNA changes occur is when sperm and egg develop in a father or mother and when they get together in the process called **fertilization**—in

གཏིང་ཟབ་པའི་ལྟ་ཞིབ།
འགྱུར་བའི་མཇུག་འབྲས།

ད་ཆོད་ཁྱོད་ལ་དོ་སྣང་བྱུང་ཡོད་སྲིད་པ་བཞིན་འདིར་འཁྲུག་གཞི་ཞིག་ཡོད་པ་ནི། ཕྱོགས་གཅིག་ཏུ། འཕེལ་འགྱུར་གྱི་འགྲུལ་བསྐྱོད་སྐྱོང་བའི་འགྱུར་བ་དེ་འདྲ་རིགས་རྫས་སྟེང་གི་ཊི་ཨེན་ཨེའི་ཆགས་ཚུལ་འཁྲུག་པ་ལས་བྱུང་བ་ཡིན། འདི་ཉིད་ཚུལ་གཞན་དུ་བརྗོད་ན། ཊི་ཨེན་ཨེ་འགྱུར་བས་རིགས་རྫས་འགྱུར། རིགས་རྫས་འགྱུར་བས་མངོན་གསལ་གྱི་ཁྱད་རྣམ་འགྱུར་བ་དེ་ཡིན། ཕྱོགས་གཞན་དུ་ནི། འགྱུར་ལྡོག་གི་རིམ་པ་དེ་ཉེན་ཚབས་ཅན་ཞིག་ཏུ་འགྱུར་སྲིད་པ་སྟེ། དེས་ན་ཆེ་ལོང་ཀྱང་འདུག་ཆོག་པ་དེ་ཡིན། དེར་བརྟེན་ཊི་ཨེན་ཨེའི་སྟེང་གི་འགྱུར་བ(འམ། ཡང་ན་ཏ་ཅང་དྲག་པའི་འགྱུར་བ་)དེ་རིགས་ལ་འགོག་རྐྱེན་གྱི་ཕྱོགས་སུ་བྱེད་ཐབས་ཀྱི་རིགས་འཕེལ་འགྱུར་ཁྲོད་དུ་ཐོན་ཡོད། ཡང་ཕྱོགས་གཞན་ཞིག་ཏུ་ནི། ཐལ་ཆེར་རིགས་རྫས་རྒྱུད་འདེད་ཀྱི་རྣམ་གྲངས་དེ་དག་བདེ་འཇགས་དང་རྒྱ་བསྐྱེད་འབྱུང་བའི་ཕྱོགས་སུ་གཏོང་ཆེར་འདོད་སྐྱོད་ཐབས་ཀྱི་སྐྱེ་འཕེལ་གྱི་བྱེད་རིམ་དེ་འཕེལ་འགྱུར་བྱུང་བ་ཡིན་སྲིད།

ཁོར་ཡུག་གིས་ཊི་ཨེན་ཨེ་ཡི་སྟེང་དུ་ཤུགས་རྐྱེན་ཇི་ལྟར་བཟོས་སམ།

གལ་ཏེ་སྐྱེ་ལྡན་ཞིག་གི་ཁྱད་རྟགས་བརྗེ་སྒྱུར་གཏོང་ཐུབ་ཀྱི་འགྱུར་བ་ཞིག་ཊི་ཨེན་ཨེ་ཡི་སྟེང་དུ་བྱུང་བ་དང་། འགྱུར་བ་དེས་སྐྱེ་ལྡན་དེར་རང་གི་ཁོར་ཡུག་ཁྲོད་དུ་ཁེ་ཕན་ཞིག་བྱིན་པ་ཡིན་ན། དེ་འདྲའི་འགྱུར་བ་དེ་འཕེལ་འགྱུར་གྱིས་ཏ་ལམ་ཉར་སྲུང་བྱེད་ངེས་ཡིན། དེར་བརྟེན་ཊི་ཨེན་ཨེ་ནི་འཕེལ་འགྱུར་གྱི་བྱེད་ནུས་འདོན་སའི་གཞི་རྟེན་ཏེ། སྐྱེ་ལྡན་དང་ཚོགས་འདུས་ཀྱི་ལོ་རྒྱུས་འབྲི་སའི་ཤོག་བུ་ལྟ་བུ་རེད། དེས་ན་འདི་ནས་གོམ་སྟབས་གཉིས་པ་ནི་ཊི་ཨེན་ཨེ་ལ་འགྱུར་བ་ཇི་ལྟར་འབྱུང་ཚུལ་ཐོག་བསམ་གཞིག་བྱ་རྒྱུ་དེ་ཡིན།

གཉེན་ཚན་གྱི་འབྲེལ་བས་སྦྲེལ་བའི་སྐྱེ་ལྡན་(ཉེ་རིགས་)ཀྱི་ཚོགས་འདུས་ཤིག་ལ་ཊི་ཨེན་ཨེ་དང་རིགས་རྫས་གང་ཞིག་ལྡན་ཞིང་། རིགས་རྫས་ཀྱི་རྣམ་པ་གང་ཞིག་མངོན་གཤིས་ཆེ་བར་གནས་པ་དེའི་སྟེང་དུ་ཁོར་ཡུག་གིས་ཤུགས་རྐྱེན་བཟོ་བ་ཡིན། ཁོར་ཡུག་གིས་རིམ་པ་མི་འདྲ་བ་གསུམ་བརྒྱུད་ནས་བྱེད་ནུས་དེ་འདྲ་འདོན་པ་ཡིན་ཏེ། ༡ སྐྱེ་ལྡན་ཁེར་གཟུགས་ཤིག་གི་ཕྲ་ཕུང་ངེས་ཅན་སོ་སོའི་ཆེས་ཕྲ་བའི་རིམ་པའི་ཐོག ༢ སྐྱེ་ལྡན་དེའི་ཁོར་ཡུག་དང་། སྐྱེ་ལྡན་ཁེར་གཟུགས་ཤིག་གི་རིགས་རྫས་ནང་ཕན་ཚུན་བར་སྦྲེལ་སྦྱོར་གྱི་རིམ་པའི་ཐོག ༣ རིགས་རྫས་ཀྱི་རྣམ་པ་ངེས་ཅན་ཞིག་ལྡན་པའི་ཚོགས་འདུས་ཀྱི་སྡེ་ཚན་གྱི་རིམ་པའི་ཐོག་བཅས་སོ།།

ཊི་ཨེན་ཨེའི་འཁོད་རིམ་ལ་འགྱུར་བ། རྒྱུན་ལྡན་མིན་པའི་འགྱུར་བག

སྤྱིར་ན་སྐྱེ་ལྡན་ཁེར་གཟུགས་ཤིག་གི་རིགས་རྫས་གང་ལས་གྲུབ་པའི་ཊི་ཨེན་ཨེ་ཡི་སྟེང་དུ་འགྱུར་ལྡོག་འབྱུང་བ་དཀོན་ལ། གང་བྱུང་བ་དེ་དག་ཀྱང་གོ་རིམ་ངེས་པ་ཞིག་མིན། འོན་ཀྱང་དེ་ལྟ་བུ་འབྱུང་བ་དཀོན་ལ་གོ་རིམ་མི་ལྡན་པའི་རང་བཞིན་གྱི་ཊི་ཨེན་ཨེའི་སྟེང་གི་འགྱུར་ལྡོག་གི་ཁོངས་ནས་གང་ཞིག་གིས་སྐྱེ་ལྡན་དེར་འཚོ་གནས་ཀྱི་ཁེ་ཕན་སྦྱིན་པ་དག་ནི་རིམ་འགྱུར་གྱི་འགྱུར་བས་ཉར་སྲུང་བྱེད་ཅིང་། རྒྱུད་རྗེས་མ་དག་ལ་བརྒྱུད་སྤྲོད་བྱེད་ཀྱིན་ཡོད། དེ་བས་ན་འགྱུར་བ་ཉར་སྲུང་གི་གོ་རིམ་འདི་ཉིད་གོ་རིམ་མེད་པ་དེ་འདྲ་*མིན།*

སྐྱེ་ལྡན་ངེས་ཅན་ཞིག་གི་སྟེང་བྱུང་བའི་ཊི་ཨེན་ཨེའི་འགྱུར་བ་དེ་ནི་**རྒྱུན་ལྡན་མིན་པའི་འགྱུར་བག**་ཅེས་བརྗོད་པའི་རྒྱུད་རིམ་ལས་འབྱུང་ལ། འགྱུར་ལྡོག་དེ་ནི་ཊི་ཨེན་ཨེའི་འཁོད་ཚུལ་ལ་འཕོ་འགྱུར་སོང་བའི་རྣམ་པ་ཞིག་ཡིན། རྒྱུན་ལྡན་མིན་པའི་འགྱུར་བག་ནི་མ་མཐར་ཡང་ཐབས་ལམ་མི་འདྲ་བ་གསུམ་གྱི་སྒོ་ནས་འབྱུང་སྟེ། གཅིག་ནི། ཊི་ཨེན་ཨེ་ཡི་འདྲ་བཤུས་བཟོ་སྐབས་ཕྲ་ཕུང་ཁོར་ཡུག་གི་ཁྲོད་དུ་ནོར་འཁྲུལ་ཤོར་བ་ལས་བྱུང་བ་ཡིན། གོང་དུ་བཤད་པ་བཞིན། ཕྲ་ཕུང་གི་གཟུགས་རེ་རེར་སྐྱེ་ལྡན་གྱི་རྣམ་པ་དེའི་རིགས་རྫས་ཐམས་ཅད་ཀྱི་འདྲ་བཤུས་རེ་ཡོད་ལ། ཕྲ་ཕུང་གི་གཟུགས་ཤིག་ནམ་ཞིག་ཁ་འགྱེ་བ་ན། དེའི་ནང་གི་ཊི་ཨེན་ཨེ་ཡི་ཆ་ཐམས་ཅད་ཀྱི་འདྲ་བཤུས་ཁག་གཉིས་ཏག་ཏག་ཏུ་བགོ་འགྱུར་ཐེབས་པ་ཡིན། འདྲ་བཤུས་བཟོ་བའི་གོ་རིམ་དེའི་ཁྲོད་དུ་ཕྲ་ཕུང་ནང་ནོར་འཁྲུལ་འགོག་པར་ཁག་ཐེག་བྱེད་པའི་ཐབས་མང་པོ་(རང་ཤུགས་སུ་)འཐོན་གྱིན་ཡོད་པས། ནོར་འཁྲུལ་ཤོར་བ་ཉུང་ཉུང་ཡིན་ཡང་། གཏན་མི་འབྱུང་བ་མིན་པས་སྐབས་རེ་བྱུང་བ་ཡོད།

ཁོར་ཡུག་གི་ཁྲོན་དུ་རྙེད་པའི་སྐུལ་བྱེད་རིགས་ཤིག་གིས་ཀྱང་རྒྱུན་ལྡན་མིན་པའི་འགྱུར་བག་འདི་རིགས་བསྐྱེད་ཆོག་པ་ཡིན། དེ་འདྲའི་སྐུལ་བྱེད་ཀྱི་ཁྲོད་དུ་ཉི་མ་ལས་ཐོབ་པའི་སྨུག་ཕྱིའི་འོད་དང་དུག་རིགས་ཁག་ཅིག་ཡོད། དེ་དག་ལ་**འགྱུར་བག་བྱེད་རྐྱེན་ཟེར།** (དཔེ་རིས། ༡༥) སྤྱིར་ན་རྒྱུན་ལྡན་མིན་པའི་འགྱུར་བག་དག་ཀྱང་ཕྲ་ཕུང་རིམ་པའི་ཐབས་རྩལ་གྱི་ལམ་ནས་བཅད་གཅོད་ཐུབ་ཏེ་སྒྱུར་བཅོས་ཐུབ་ཆོག་པ་ཡིན། འོན་ཀྱང་སྐབས་རེ་རྒྱུན་ལྡན་མིན་པའི་འགྱུར་བག་གི་རིགས་འགའ་རེ་སྒྱུར་བཅོས་མ་ཐུབ་པར་ལུས་པ་རྣམས་ཀྱིས་ཕྲ་ཕུང་གི་རྣམ་པ་ངེས་ཅན་འགའ་ལ་ངན་ཤན་འདེབས་ལ། དེ་འདྲའི་ཕྲ་ཕུང་གི་རིགས་རྣམས་རབས་ཕྱི་མར་བརྒྱུད་སྤྲོད་ཐུབ་ཆོག་པ་ནི། ཕྲ་ཕུང་འདི་དག་འཕེལ་འགྱུར་གྱི་གཞི་རྟེན་ཡིན་པའི་རྒྱུ་མཚན་གྱིས་ཡིན། དེ་ཡང་ཕ་མ་གཉིས་ཀྱི་(ཁམས་དཀར་དང་ཁམས་དམར་ཕྲ་ཕུང་གང་རུང་གིས་གྲུབ་པའི་)**ཁམས་བུ་ཕྲན**་ནང་གི་ཊི་ཨེན་ཨེ་སྟེང་ངན་ཤན་དེ་འདྲ་ཐེབས་པ་ཕོ་ནས་རབས་རྗེས་མར་བརྒྱུད་སྤྲོད་བྱེད་པ་ནི། ཁམས་བུབས་ནང་གི་ཊི་ཨེན་ཨེ་ཕོ་ན་ཕྲུ་གུར་རྒྱུད་འདེད་བྱེད་པའི་རྒྱུ་མཚན་གྱིས་ཡིན་པའི་ཕྱིར།

ཁམས་བུབས་དང་འབྲེལ་ནས་བཤད་པ་བྱ་རྒྱུ་ཞིག་ལ། ཊི་ཨེན་ཨེ་སྟེང་གི་འགྱུར་བ་འབྱུང་ཚུལ་གསུམ་པ་ཞིག་ཡོད་པ་དེ་ཕའི་ཁམས་དཀར་རམ། ཡང་ན་མའི་ཁམས་དམར་ཕྲ་ཕུང་འཚར་སྐྱེ་བྱུས་རྗེས། དེ་གཉིས་མཉམ་དུ་འདུས་ཏེ་**ས་བོན་འདེབས་སྦྱོར་**དུ་འཐོད་པའི་རྒྱུད་རིམ་དེའི་སྐབས་སུ་འབྱུང་བ་ཡིན།

ཀྲིས་ཊལ་སྐྱེད་པའི་འགྲེམ་འགྲོ།
སྨུག་ཕྱིའི་འགྲེལ་བཤད།
གཞི་མའི་ཚབ་རྫས། གང་ཞིག་གིས་ཊི་ཨེན་ཨེ་གཞི་རྒྱུའི་ཚབ་བྱས་ཏེ་འདྲ་བཤུས་བཟོ་བའི་བྱེད་རིམ་ནང་འཁྲུལ་བ་སྐྱེད་པར་བྱེད།
གསེབ་འཇུག་བྱེད་རྐྱེན། དཔེར་ན་ཨེ་ཕི་ཊི་ཡམ་སྦྲོ་མ་ཡི་ཌ་ལྟ་བུ་སྟེ་གང་ཞིག་ཊི་ཨེན་ཨེའི་ཉིས་སྟེག་འཁྲུད་གཟུགས་ཁྲོད་ཀྱི་གཞི་རྒྱུ་དག་གི་བར་མཚམས་སུ་འཚུད་ནས་གནས་པ་དག
ཨལ་ཀ་ལེའི་ཧི་རིང་།
སྲོ་ར་མིན།
སོ་ཊི་ཡམ་ཨ་ཛ་ཡིཊ།
སྤྲིན་རྡེར།

དཔེ་རིས། ༡༥
ཡོངས་ཁྱབ་ཅན་གྱི་འགྱུར་བག་སྐྱོང་བྱེད་ཀྱི་རིགས།

both processes, the DNA material mixes to create unique combinations of genes (and thus traits) that result in unique individuals. A major biologic reason for sex is that it allows the development of this increased **genetic diversity**. The more genetic diversity a species has, the more chance it has for success, because it has a greater likelihood of surviving in a diversity of environments. As you know, success in the evolutionary sense means having more offspring.

THE EXTERNAL ENVIRONMENT ACTS ON INDIVIDUALS' GENES

The environment that an individual organism is exposed to affects how its genes are expressed. Remember that a gene's DNA encodes a protein, and it is the proteins that do the work of cells. The environment of a gene can affect the *amount* of protein that is made from it and *when* that protein is made and can thus have a large effect on an organism. A striking example of the importance of environment to genes is seen in studies with identical twins who are separated at birth and grow up in different environments. These two people, *who have the exact same genes* can look *and act* very differently when raised in different environments (Figure 16). This demonstrates that genes have the *potential* to affect traits, but whether that potential is fulfilled and to what extent depends on the environments of that organism and its genes. Both twins may have the **genetic capacity** to be very tall, but if one does not receive proper nutrition or suffers a particular disease, he may wind up shorter than the other twin who has a lot of food and remains healthy.

Figure 16: Identical twins who look different

This phenomenon is true for both physical and mental traits; notice twins may have very different personalities even though they have the same genes. We are discussing twins to make a clear case, but these concepts are true for all organisms.

GENES ACROSS WHOLE POPULATIONS

The environment not only directly affects genes and their traits in the short term, that is within the lifetime of individual organisms, but particular environments can also favor one particular *version* (one particular sequence) of a gene over another within a single population over time.

How do DNA changes within one organism translate to DNA changes across a whole population of organisms? Remember that each individual of a particular species has the same genes as all the other individuals in that species, but, for the reasons we discussed above, any particular gene and its sequence within one individual might be slightly different than in other individuals. And, as with any DNA difference, the particular en-

གོང་གི་རྒྱུད་རིམ་གཉིས་པའི་ནང་། ཊི་ཨེན་ཨེའི་རྒྱུད་འདེད་དངོས་རྫས་ཕན་ཚུན་འབྲེལ་སྦྱོར་བྱུང་བ་ལ་བརྟེན་ནས་རིགས་རྫས་(དང་། དེ་བཞིན་དུ་ཁྱད་ནུས་ཀྱི་)འདུས་གཟུགས་དམིགས་བཀར་བ་མང་པོ་གྲུབ་ལ། དེའི་རྗེས་འབྲས་སུ་སྒོག་ཆགས་དམིགས་བསལ་ཅན་དེ་འདྲ་མང་པོ་འབྱུང་བ་རེད། སྐྱེ་དངོས་རིག་པའི་ཕྱོགས་ནས་བལྟས་ན། འདོད་སྤྱོད་ཀྱི་གོ་རིམ་འདིའི་དགེ་མཚན་གཙོ་ཆེ་བ་ཞིག་ནི། དེས་རིགས་རྫས་ཀྱི་རྣམ་གྲངས་སྣ་ཚོགས་ཆེས་ཇེ་རྒྱས་སུ་གཏོང་བ་དེ་ཡིན། སྐྱེ་ལྡན་ཉེ་རིགས་གང་ཞིག་ལ་རིགས་རྫས་ཀྱི་རྣམ་གྲངས་ཇི་ཙམ་རྒྱ་ཆེ་བ་ཡོད་པ་དེའི་ཚོད་ཀྱིས་དེ་ཉིད་འཚོ་སྡོད་རྒྱུན་གནས་བྱེད་པའི་དམིགས་སྒོ་བཟང་བ་ཡོད། དེའི་རྒྱུ་མཚན་ནི་དེ་ཉིད་ཁོར་ཡུག་གི་རྣམ་གྲངས་སྣ་ཚོགས་སུ་བསྟུན་འགྱོད་བྱེད་ཐུབ་པའི་རེ་བ་ཆེ་བ་ཡོད་པས་ཡིན། ཁྱོད་ཀྱིས་ཤེས་གསལ་ལྟར། འཕེལ་འགྱུར་གྱི་རིག་པའི་ཕྱོགས་ནས་བལྟས་ན། གང་ཞིག་ལ་རྒྱུད་འཛིན་ཕྲུ་གུ་མང་བ་ཡོད་པ་དེ་ལམ་ལྷོང་ཆེ་བར་བརྩིས་པ་རེད།

ཕྱིའི་ཁོར་ཡུག་གིས་སྐྱེ་ལྡན་བྱེ་བྲག་པའི་རིགས་རྫས་ལ་བྱེད་ནུས་འདོན།

དཔེ་རིས། ༡༧
རིགས་རྫས་གཅིག་པའི་མཚེ་མ་ཡིན་ཡང་སྣང་ཚུལ་མི་གཅིག་པ།

སྐྱེ་ལྡན་བྱེ་བྲག་པ་ཞིག་གང་དུ་འཚོ་གནས་བྱེད་སའི་ཁོར་ཡུག་དེས་སྐྱེ་ལྡན་དེའི་རིགས་རྫས་ཀྱི་ཕྱི་རྣམ་མངོན་ཚུལ་ལ་བྱེད་ནུས་འདོན་ལ། འདིར་རིགས་རྫས་ཁོངས་ཀྱི་ཊི་ཨེན་ཨེ་ཡིས་སྤྲི་རྫས་ཀྱི་བཟ་སྦྱིག་བྱེད་ཚུལ་དང་། སྤྲི་རྫས་ཀྱིས་ཕྲ་ཕུང་གི་ལས་དོན་སྒྲུབ་ཚུལ་རྣམས་ཕྱིར་དྲན་བྱེད་དགོས། རིགས་རྫས་ཤིག་གི་འཚོ་བའི་ཁྲོད་ཀྱི་ཁོར་ཡུག་དེས་རིགས་རྫས་དེ་ལས་སྤྲི་རྫས་ཇི་ཙམ་བཟོ་སྐྲུན་བྱུས་མི་བྱུས་དང་། *དུས་ནམ་གྱི་ཚེ་བཟོ་སྐྲུན་བྱུས་མི་བྱུས་ཀྱི་* ཐག་གཅོད་ལ་བྱེད་ནུས་འདོན་པ་རེད། དེས་ན་ཁོར་ཡུག་གིས་སྐྱེ་ལྡན་བྱེ་བྲག་པ་ཞིག་གི་སྟེང་དུ་རྗེས་འབྲས་ཆེན་པོ་བཟོས་སྲིད། རིགས་རྫས་ཀྱི་སྟེང་དུ་ཁོར་ཡུག་གི་གལ་གནད་ཇི་ཙམ་ཡོད་པའི་དཔེ་མཚོན་ངོ་མཚར་ཅན་ཞིག་ནི། བཙས་དུས་ནས་ཁ་གྲེས་ཏེ་ཁོར་ཡུག་ཐ་དད་དུ་འཚར་ལོངས་བྱུས་པའི་རིགས་རྫས་གཅིག་པའི་མཚེ་མའི་ཐོག་ཏུ་བསྐྱངས་པའི་དཔྱེ་ཞིབ་ཀྱི་ཡིག་ཆ་དག་ཏུ་གསལ་ཏེ། མི་དེ་གཉིས་པོར་*རིགས་རྫས་ཡོངས་སུ་འདྲ་མཚུངས་ཡོད་ཀྱང་།* ཁོར་ཡུག་མི་འདྲ་བའི་ནང་འཚར་ལོངས་བྱུས་པའི་དབང་གིས་ཕྱིའི་སྣང་ཚུལ་དང་*སྤྱོད་པ་འཁྱེར་ཚུལ་ཧ་*ཅང་མི་འདྲ་བ་ཡོད། (དཔེ་རིས། ༡༧) གོང་གསལ་འདེབས་རིགས་རྫས་དག་ལ་སྐྱེ་ལྡན་གྱི་ཁྱད་རྟགས་ཁ་སྒྱུར་བྱེད་པའི་*མི་མངོན་པའི་ནུས་ཤུགས*ཡོད་པ་མཚོན་ཡང་། ནུས་ཤུགས་དེ་ཕྱིར་སད་དམ་མི་སད། སད་ན་ཚོད་ཇི་ཙམ་སད་མིན་བཅས་ནི་སྐྱེ་ལྡན་དང་། སྐྱེ་ལྡན་དེའི་རིགས་རྫས་ཀྱི་ཁོར་ཡུག་ལ་རག་ལས་པའང་མཚོན་པ་ཡིན། མཚེ་མ་གཉི་གར་གཟུགས་ཚད་ཧ་ཅང་རིང་པོར་གྱུར་པའི་རྒྱུད་འདེད་དངོས་རྫས་ཀྱི་ཆ་རྐྱེན་འཛོམས་ཡོད་ཀྱང་། ཅི་སྟེ་ཁོང་གཉིས་ལས་གཅིག་ལ་འཚོ་བཅུད་དངོས་རྫས་འཐུས་ཚང་མ་རེག་པའམ། ཡང་ན་ནད་གཞི་དམིགས་བཀར་བས་མནར་ཚེ། མཚེ་ཡ་གང་ཞིག་ལ་ཟས་བཅུད་ལྡེང་ངེས་ཐོབ་ཅིང་། ལུས་པོ་བདེ་ཐང་དུ་འཚོས་པ་དེ་ལ་ལྟོས་ཏེ་ཁོང་ཉིད་གཟུགས་ཚད་ཐུང་བར་འགྱུར་སྲིད་པ་རེད།

གནས་དོན་འདི་ནི་ལུས་སེམས་གཉིས་ཀའི་ཁྱད་གཤིས་དང་འབྲེལ་ཚུལ་གཅིག་མཚུངས་ཡིན། རིགས་རྫས་གཅིག་མཚུངས་ཡིན་ཡང་བསམ་སྤྱོད་ཆེས་མི་མཐུན་པའི་མཚེ་མ་དེ་འདྲའང་ཡོད། འོན་ཀྱང་འདིར་ང་ཚོས་མཚེ་མའི་ཁྱད་ནུས་གཞིར་བྱས་པ་ནི་སྐབས་འབྲེལ་གྱི་དོན་གནད་དེ་གསལ་པོར་བཟོ་ཆེད་ཡིན། དོན་དངོས་སུ་ནི་གནས་དོན་འདི་སྐྱེ་ལྡན་ཀུན་ལ་གཅིག་མཚུངས་སུ་ཁྱབ་ཡོད།

ཚོགས་འདུས་ཁྲོན་ཡོངས་སུ་ཁྱབ་པའི་རིགས་རྫས།

ཁོར་ཡུག་གིས་དུས་ཐག་ཐུང་ངུ་སྟེ། སྐྱེ་ལྡན་བྱེ་བྲག་གི་ཚེ་དུས་གཅིག་གི་ནང་ཚུན་དུ་རིགས་རྫས་དང་དེའི་ཁྱད་རྟགས་རྣམས་ལ་ཤུགས་རྐྱེན་བཟོས་པ་ཙམ་དུ་མ་ཟད། ཁོར་ཡུག་ངེས་ཅན་འགའ་ཞིག་གིས་དུས་ཐག་རིང་པོའི་ནང་སྐྱེ་ལྡན་གྱི་ཚོགས་འདུས་གང་པོ་ཞིག་གི་ཁྲོན་ལ་(ཆགས་ཚུལ་ངེས་བཟུང་གི་)རིགས་རྫས་ཀྱི་རྣམ་པ་བྱེ་བྲག་པ་ཞིག་བསལ་འདེམས་བྱུས་པའང་ཡོད་ཚོག

སྐྱེ་ལྡན་བྱེ་བྲག་པ་ཞིག་གི་ཊི་ཨེན་ཨེ་ལ་འཕོ་འགྱུར་ཐེབས་པ་དེས་སྐྱེ་ལྡན་གྱི་ཚོགས་འདུས་རྡིལ་པོའི་ཁྲོན་གྱི་ཊི་ཨེན་ཨེ་ཡི་འགྱུར་བ་དང་འབྲེལ་བ་གང་ཡོད་དམ་ཞེ་ན། འདིར་སྐྱེ་ལྡན་ཉེ་རིགས་བྱེ་བྲག་པ་ཞིག་གི་ནང་གསེས་སྐྱེ་ལྡན་ཁེར་གཟུགས་རེ་རེ་ནས་བརྩིས་ཏེ་ཉེ་རིགས་དེར་གཏོགས་པའི་སྐྱེ་ལྡན་ཁེར་གཟུགས་ལྷག་མ་གཞན་ཀུན་ལ་རིགས་རྫས་གཅིག་འདྲ་ཡོད་པ་ཕྱིར་དྲན་བྱེད་དགོས། དེ་དང་ཆབས་ཅིག་རྒྱུ་མཚན་སྔར་དྲངས་པ་ལྟར། སྐྱེ་ལྡན་ཁེར་གཟུགས་རེ་རེ་ནས་རིགས་རྫས་བྱེ་བྲག་རེ་རེ་དང་དེའི་ཆགས་ཚུལ་ཐད་སྐྱེ་ལྡན་ཁེར་གཟུགས་གཞན་དང་ཅུང་ཟད་མི་མཐུན

vironment the genes are in might allow an advantage for one version over the other. We will discuss three related mechanisms by which the proportion of one gene version within a population can be affected by the environment: gene flow, genetic drift, and natural selection.

Consider a population of birds, all of the same species. As we discussed above and as we see every day in humans, even organisms of the same species have many differences in particular traits. The birds in our population might, for example, be bigger or smaller, have stronger or weaker beaks, be colored differently, or have longer or shorter wings. Lets's say that these trait differences are due to different versions of the same genes.

How might the proportion of one specific type of gene/trait (say, strong beaks) change in relation to another specific type of the same gene/trait (say, weak beaks)? Perhaps several birds of the same species, who just happen to have the gene/trait for strong beaks, fly in from another city to join our population. This phenomenon, called **migration** or **gene flow**, is one way the number of strong-beaked birds could change, right? Suddenly, there simply are more of a particular version of birds of this species who have come into the population. Strong beaks (and whatever other genes and traits these new birds have) will immediately become more prevalent in the population and, if these new immigrants mate with each other and with the original population, their genes, and those genes' traits, are more likely to get passed on, resulting in more birds born with strong beaks.

Another way you may have proposed to alter the proportion of strong-beaked birds is the opposite of migration: if some accident or event just happens to kill off a bunch of birds and, by chance, mostly kills birds with the strong beak gene/trait (or it could just as easily mostly kill weak-beaked birds), then the predominant birds alive, and thus the predominant ones that can pass on beak traits, are weak-beaked birds. This phenomenon is called **genetic drift**.

YOUR TURN:
BIRDS' BEAKS

What might lead to an increase or decrease in the number of birds with strong beaks (and thus the genes for strong beaks)? Do you have any hypotheses?

NATURAL SELECTION

Natural selection is the third way the proportion of particular gene versions are shifted in a population. We have referred to natural selection throughout this book. Let's go back to birds for one example of this phenomenon, and then we will discuss a few others. Consider a specific kind of bird that Darwin actually studied, the finch, in which natural selection was observed over a relatively short time period. Darwin made many of the observations that led him to formulate the theory of natural selection when visiting the Galapagos Islands during an exploratory voyage on the ship *HMS Beagle* in 1835. The Galapagos, now part of Ecuador in South America, are relatively isolated in the Pacific

པ་ཡིན་པའང་འདིར་དྲན་དགོས། ཊི་ཤེན་ཨེ་ཡི་འགྱུར་བའི་གོ་རིམ་ཀུན་ལ་ཇི་ལྟ་བ་བཞིན། རིགས་རྫས་ལའང་ནང་གསེས་རང་རང་གི་ཁོར་ཡུག་དང་མཐུན་འཕྲོད་ཆེ་ཆུང་གི་ཁྱད་པར་ཡོད་པས། གང་དག་འཕྲོད་ཆེ་བ་རྣམས་ལ་ཁོར་ཡུག་གིས་འཚོ་གནས་རྒྱུན་འཁྱོངས་ཀྱི་ཁེ་ཕན་སྦྱིན་པ་ཡིན། ང་ཚོས་འོག་ཏུ་སྐྱེ་ལྡན་ཚོགས་འདུས་བྱེ་བྲག་པ་ཞིག་གི་ཁྲོན་ལ་རིགས་རྫས་རྣམ་འགྱུར་གང་ཞིག་གི་ཁྱབ་ཚད་ཇི་རར་གྱུར་ཀྱི་ཐག་གཅོད་ཐད་ཁོར་ཡུག་གིས་བྱེད་ནུས་འདོན་པའི་བྱ་རིམ་གསུམ་གྱི་ཐོག་གྲོས་སྡུར་བྱ་རྒྱུ་ཡིན། དེ་དག་ནི། རིགས་རྫས་བཞུར་རྒྱུན། རིགས་རྫས་གྱུར་རྒྱུ། རང་བྱུང་འདེམས་སྒྲུག་བཅས་ཡིན།

ད་ང་ཚོས་སྐྱེ་ལྡན་ཉེ་རིགས་གཅིག་ཏུ་གཏོགས་པའི་བྱའི་ཚོགས་འདུས་ཤིག་ཐོག་བསམ་གཞིག་བྱེད་ལ། ང་ཚོས་གོང་དུ་གྲོས་སྡུར་བྱས་པ་ལྟར་དང་། ཉིན་རྒྱུན་དུ་ང་ཚོས་མིའི་ཁྲོད་དུ་མཐོང་བ་བཞིན། ཉེ་རིགས་གཅིག་གིས་བསྡུས་པའི་སྐྱེས་དངོས་ཀྱི་ཁྲོད་དུའང་ཁྱད་གཤིས་ཀྱི་རྣམ་པ་སྣ་ཚོགས་ཡོད། དཔེར་ན་ང་ཚོའི་བསམ་གཞིག་བྱ་ཡུལ་གྱི་བྱའི་ཚོགས་འདུས་དེའི་ཁྲོད་དུ་བྱ་འགའ་ཞིག་ཆེ་བ་དང་འགའ་ཞིག་ཆུང་བ་ཡོད། བྱ་འགའ་ཞིག་ལ་མཆུ་སྒྲོམ་སྲ་བ་དང་འགའ་ཞིག་ལ་གསོབ་པ་ཡོད། བྱ་དེ་དག་ཀུང་ནང་གསེས་ཁ་དོག་མི་མཐུན་པ་དུ་མ་ཡོད་པའམ། འགའ་ཞིག་ལ་གཤོག་པ་རིང་བ་དང་འགའ་ཞིག་ལ་ཐུང་བ་ཡོད། མིག་སྔར་ང་ཚོས་ཁྱད་རྟགས་མི་འདྲ་བའི་ཁྱད་པར་འདི་ཀུན་རིགས་རྫས་གཅིག་ལ་ནང་གསེས་རྣམ་འགྱུར་མི་འདྲ་བའི་དབང་གིས་ཡིན་པར་ངོས་འཛིན་བྱ་རྒྱུ་ཡིན།

ཇི་ལྟར་བྱས་ནས་རིགས་རྫས་སམ་ཁྱད་རྟགས་ཀྱི་རྣམ་པ་དམིགས་བཀར་བ་གཅིག་(དཔེར་ན། མཆུ་སྒྲོམ་སྲ་བ་ལྟ་བུ)གི་ཁྱབ་ཚད་དེ། རིགས་རྫས་སམ་ཁྱད་རྟགས་ཀྱི་རྣམ་པ་གཞན་ཞིག་(དཔེར་ན། མཆུ་སྒྲོམ་གསོབ་པ་ལྟ་བུ)གི་ཁྱབ་ཚད་ལ་ལྟོས་ཏེ་ཁྱད་འཕགས་པ་ཡིན་ཞེ་ན། ཚུལ་གཅིག་ཏུ་ནི། ཉེ་རིགས་གཅིག་ཏུ་གཏོགས་པའི་བྱའི་ཚོགས་གང་ཞིག་ལ་མཆུ་སྒྲོམ་སྲ་བའི་རིགས་རྫས་སམ་ཁྱད་རྟགས་ཡོད་པའི་བྱ་མང་པོ་གློང་ཁྱེར་གཞན་ཞིག་ནས་རེད་ཚོའི་བྱའི་ཚོགས་འདུས་ཡོད་སའི་གྲོང་ཁྱེར་དུ་གནས་སྤོ་བྱས་པ་ཡིན་སྲིད། བྱེད་རིམ་འདི་ལ་**གནས་སྤོས་སམ་རིགས་རྫས་བཞུར་རྒྱུན**་ཟེར་ཞིང་། འདི་ཉིད་མཆུ་སྒྲོམ་སྲ་བའི་བྱའི་གྲངས་འབོར་ལ་འགྱུར་བ་གཏོང་ཚུལ་གྱི་ཐབས་ལམ་གཅིག་ཡིན། མི་རིང་བར་བྱའི་ཚོགས་འདུས་ཀྱི་ཁྲོད་དུ་བྱའི་ཉེ་རིགས་འདིའི་རིགས་ཀྱི་མཚན་གཞི་མང་བ་རྟེན་ཚོག་པ་ཡིན། མཆུ་སྒྲོམ་སྲ་བའི་ཁྱད་རྟགས་(དང་། གཞན་ཡང་བྱ་ཚོགས་གསར་པ་དག་ལ་ལྡན་པའི་དེ་མིན་གྱི་ཁྱད་རྟགས་སམ་རིགས་རྫས་གང་ཡིན་རུང་)དེ་རྒྱ་ཁྱབ་ཏུ་འགྱུར་བར་འོས་ལ། གལ་ཏེ་བྱ་ཚོགས་གསར་པ་འདི་དག་པན་ཚུན་ནས། ཡང་ན་སྔར་ཡོད་བྱ་ཚོགས་དེ་དག་དང་མཉམ་དུ་སྟེབ་སྦྱོར་བྱས་ཚེ། དེ་དག་གི་རིགས་རྫས་དང་རིགས་རྫས་དེ་དག་ལ་བརྟེན་པའི་ཁྱད་རྟགས་རྣམས་རྒྱུད་འཛིན་ཕྱི་མར་རྒྱུད་འདེད་བྱས་རེ་ཆེ་བས། མཆུ་སྒྲོམ་སྲ་པོ་ཅན་གྱི་བྱའི་སྐྱེ་འཚར་གོང་འཕེལ་དུ་གྱུར་རུང་བ་ཡིན།

མཆུ་སྒྲོམ་སྲ་པོ་ཅན་གྱི་བྱའི་ཁྱབ་ཚད་འགྱུར་བ་གཏོང་བའི་བྱེད་རིམ་གཞན་ཞིག་ཀྱང་ཁྱོད་ཀྱིས་བསམ་འཆར་འདོན་སྲིད། དེ་ནི་གོང་གསལ་གནས་སྤོས་ཀྱི་གོ་རིམ་དེའི་ལྡོག་ཕྱོགས་དེ་ཡིན། དེ་ཡང་གོད་ཆག་གམ། ཡང་ན་བྱུང་བ་ངེས་ཅན་ཞིག་གི་སྟོབས་སྒྲོ་བུར་སྣེབས་དབང་གིས་མཆུ་སྒྲོམ་སྲ་པོ་ཅན་གྱི་བྱའི་བྱ་ཚོགས་སྟེབ་གསོད་བཏང་ཆེ། རང་ཤུགས་སུ་ཤུལ་ལུས་བྱ་རིགས་ཀྱི་ཁྲོད་དུ་མཆུ་སྒྲོམ་གསོབ་པའི་བྱ་རིགས་མང་པོར་འགྱུར་ཞིང་། དེ་ལ་བརྟེན་ནས་ཁྱབ་གདལ་ཆེ་བའི་མཆུ་སྒྲོམ་གྱི་ཁྱད་རྟགས་(ཚུལ་འདི་ནི་ཆུ་སྒྲོམ་གསོབ་པའི་བྱའི་རིགས་ལ་ཡང་ལས་སླ་པོའི་དང་བྱུང་ཚོག་པ་ཡིན།)དེ་ཉིད་རྒྱུད་ཕྱི་མར་བརྒྱུད་སྐྱོད་བྱེད་པར་འགྱུར་བས། མཆུ་སྒྲོམ་གསོབ་པའི་བྱ་རིགས་ཀྱི་སྐྱེ་འཚར་འཕེལ་བར་འགྱུར་བྱེད་རིམ་འདི་ལ་**རིགས་རྫས་གྱེས་རྒྱུ**་ཟེར་བ་ཡིན།

རང་བྱུང་འདེམས་སྒྲུག

རང་བྱུང་འདེམས་སྒྲུག་ནི་སྐྱེ་ལྡན་ཚོགས་འདུས་ཤིག་གི་ཁྲོན་དུ་རིགས་རྫས་བྱེ་བྲག་ཅིག་གི་རྣམ་པའི་ཁྱབ་ཚད་འཕོ་འགྱུར་གཏོང་བའི་བྱེད་རིམ་གསུམ་པ་དེ་ཡིན། སློབ་དེབ་འདིའི་ནང་ང་ཚོས་རང་བྱུང་འདེམས་སྒྲུག་སྐོར་ཡང་ཡང་གླེང་ཡོད། བྱེད་རིམ་འདིའི་དཔེར་མཚོན་ཆེད་ང་ཚོས་སྔར་ཡང་བྱའི་རིགས་ལ་བསམ་གཞིག་ཅིག་བྱ་ལ། དེ་རྗེས་དཔེ་མཚོན་གཞན་ཡང་གླེང་བར་བྱའོ། །ཊར་ཝིན་གྱིས་དངོས་སུ་ལྟ་ཞིབ་བྱེད་སའི་བྱའི་བྱེ་བྲག་ཁག་ཏུ་ལ་བསམས་ན། དེའི་སྟེང་དུ་ལྟོས་བཅས་ཀྱིས་དུས་ཡུན་ཐུང་ངུ་ཞིག་གི་ནང་རང་བྱུང་གི་གནད་མ་ཁ་ཐེབས་པ་ཤེས་རྟོགས་བྱུང་བ་རེད། ཕྱི་ལོ་༡༩༧༥ ནང་དབྱིན་ཇིའི་གོང་མ་ཚང་གི་"ཁ་བྲི"རྟགས་ཅན་གྱི་རྒྱང་སྐྱོད་རྟོག་ཞིབ་གྲུ་གཟིངས་སུ་བསྡད་དེ་སྐྲ་ལ་སྤྲ་སྒོས་ཆུ་གླིང་དུ་ལྟ་གཟིགས་སུ་བསྐྱོད་སྐབས། ཊར་ཝིན་གྱིས་ལྟ་ཞིབ་མང་པོ་བྱས་མཐར། རང་བྱུང་འདེམས་སྒྲུག་གི་རྣམ་གཞག་གསར་དུ་བཏོན་ལ། ད་ཆ་སྐྱོ་ཨ་མི་རི་ཀའི་ནང་གི་ཨི་ཁུ་ཧྲེ་ཌོར་ཡུལ་གྱི་ཆ་ཤས་སུ་གྱུར་པའི་སྐྲ་ལ་སྤྲ་སྒོས་ཆུ་གླིང་ནི་ཞི་བའི་རྒྱ་མཚོ་ཆེན་པོའི་ནང་ལྟོས་བཅས་ཀྱིས་ཐ་དང་

Ocean.

The observations we will discuss were made by Peter and Rosemary Grant during extensive studies beginning in the 1970's. The birds the Grants studied are now officially known as Darwin's finches! Many types of finches lived in the Galapagos (Figure 17 and Figure 18). The finches differ in a number of ways, including wing length, tail length and beak size. We will focus on their beaks. The finches use the beaks to crack open the seeds that are their main source of food.

Figure 17: Two different finches

Look at the medium ground finches, known by the Linnean classification name *Gospiza fortis* (Remember Linneaus; he is the Swedish scientist who developed a naming classification system), and you can see variation in the size of the beaks of different species of finches (Figure 18). Even within one species of finch, you can observe variation in beak size and shape.

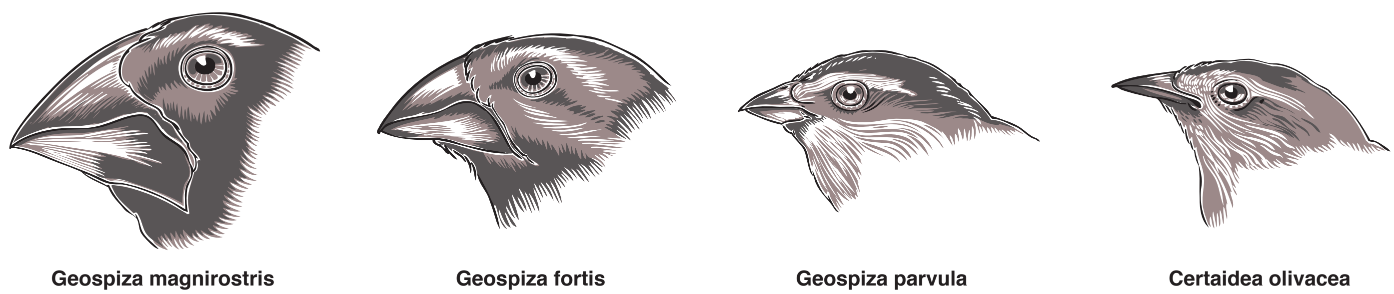


Figure 18: Four different finches from the Galapagos archipelago

In order to be able to follow each bird in the population, the Grants labeled them with colored tags on their legs. By watching which birds gave birth to which offspring and then comparing the traits of the offspring to those of the parents, the Grants determined which traits were more likely genetic, that is, inherited from generation to generation. They did this for beak size and, as you can see in Figure 19, showed that parents with large beaks are more likely on average to give birth to birds with larger beaks.

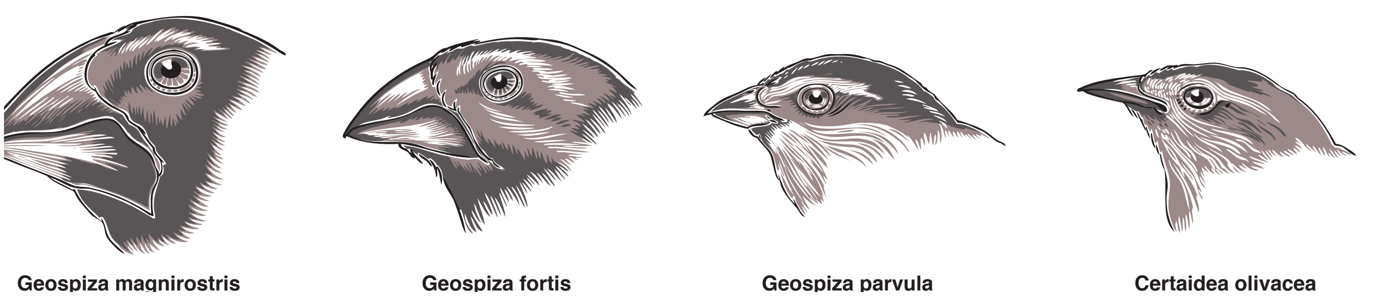
In 1977 a severe drought in the Galapagos where the birds live resulted in the death of many finches; the population went from 1400 to 200. During the drought, the seeds the finches usually eat decreased in quantity and quality. In normal years most of the seeds were relatively small and soft and could be broken and eaten by the finches, but during the drought only large, hard seeds were available (see Figure 20). So, for the most part, only birds that happened to have large beaks (and, therefore, the versions of beak genes that encode large beaks) were able to open large, hard seeds and survive. Thus, the proportion of finches with large beaks increased.

དཔེ་རིས། ༡༧ ཁྱུག་རྟའི་རིགས་མི་འདྲ་བ་གཉིས།

འོག་ས་སུ་གནས་ཡོད།

ང་ཚོས་འདིར་གྲོས་སྡུར་བྱ་རྒྱུའི་ལྟ་ཞིབ་ཀྱི་རྣམ་པ་དེ་རྣམས་ཕྱི་ལོ་༡༩༧༠ ཡི་འགོ་སྟོད་ཀྱི་ལོ་རབས་ནང་པི་ཊར་དང་རོཛ་མེ་རི་གྲ་རནྟེ་གཉིས་ཀྱིས་དབྱེ་ཞིབ་རྒྱ་ཆེར་བྱས་པའི་སྐབས་བརྟན་པ་ཞིག་ཡིན། གྲ་རནྟེ་ཁྱིམ་ཚང་གི་མི་གཉིས་པོས་དབྱེ་ཞིབ་བྱེད་སའི་འདབ་བྱ་དེ་དག་ལ་ད་ལྟའི་ཆར་"ཌར་ཝིན་གྱི་ཁྱུག་རྟ"ཞེས་གཞུང་འབྲེལ་གྱི་མིང་འདོགས་བྱེད་ཀྱི་ཡོད། གྷ་ལ་པ་གྷོསི་ཚུ་གླིང་ཐོག་བྱ་ཁྱུག་རྟའི་རིགས་མང་པོ་འཚོ་སྡོད་བྱས་ལ། (དཔེ་རིས། ༡༧ དང་ ༡༨) བྱ་ཁྱུག་རྟ་དེ་དག་ལ་ནང་གསེས་རིགས་མི་འདྲ་བའི་ཁྱད་པར་མང་པོ་ཡོད་དེ། དཔེར་ན། གཤོག་པའི་རིང་ཚད། ཇ་མའི་རིང་ཚད། མཆུ་སྒྲོས་ཀྱི་ཆེ་ཚད་མི་འདྲ་བ་ལྟ་བུ་ཡིན། འདིར་ང་ཚོས་བྱ་དེའི་མཆུ་སྒྲོས་ཀྱི་རྣམ་པ་གྲོས་གཞིར་འཁྱེར་རྒྱུ་ཡིན་ལ། བྱ་ཁྱུག་རྟ་དེ་དག་གིས་རང་གི་གཟན་ཆས་གཙོ་བོ་འབྲུ་སོན་གཅོག་ཆེད་དུ་མཆུ་སྒྲོས་བཀོལ་སྤྱོད་བྱེད་ཀྱི་ཡོད།

གཙོ་ཆེར་ས་ཐོག་ཏུ་གནས་པའི་ཁྱུག་རྟ་འབྲིང་རིམ་དེ་དག་ལ་ལྟོས་དང་། འདི་དག་ལ་ལི་ནི་ཡསི་ཡི་སྡེ་ཚན་དབྱེ་འབྱེད་ཀྱི་རྣམ་གཞག་ལྟར་ན་*ཇིའོསི་པི་ཛ་སྐན་ཌེནསི*ཟེར་བ་ཡིན། (ལི་ནི་ཡསི་ཁོང་ནི་སྲོག་ཆགས་ཀྱི་སྡེ་ཚན་དབྱེ་འབྱེད་ཀྱི་རྣམ་གཞག་འདོན་སྤེལ་གནང་མཁན་གྱི་སུ་ཡི་ཌན་ནས་ཡིན་པའི་ཚན་རིག་པ་དེ་ཡིན་པ་འདིར་དྲན་དགོས།) བྱ་ཁྱུག་རྟའི་རིགས་མི་འདྲ་བ་སོ་སོར་མཆུ་སྒྲོས་ཀྱི་ཚད་ལ་མི་འདྲ་བའི་ཁྱད་པར་ཡོད་པ་ཁྱོད་ཀྱིས་མཐོང་ཐུབ། (དཔེ་རིས། ༡༨) དེར་མ་ཟད། བྱ་ཁྱུག་རྟའི་རིགས་གཅིག་གི་ནང་གསེས་ལའང་མཆུ་སྒྲོས་ཀྱི་ཆེ་ཚད་དང་དབྱིབས་ལ་ཁྱད་པར་ཡོད་པའང་ཁྱོད་ཀྱིས་མཐོང་ཐུབ།



དཔེ་རིས། ༡༨ གྷ་ལ་པ་གྷོསི་ཨར་ཁི་པེ་ལ་གོ་ཁུལ་གྱི་བྱ་ཁྱུག་རྟའི་རིགས་བཞི།

བྱའི་ཚོགས་འདུས་ཀྱི་ཁོངས་ནས་བྱ་རེ་རེ་ནས་ངོས་བཟུང་ཐུབ་པའི་ཆེད་དུ། གྲ་རནྟེ་རྣམ་གཉིས་ཀྱིས་བྱ་སོ་སོའི་རྐང་པར་ཚོས་རྟགས་བརྩུགས་ཏེ། བྱ་གང་གིས་ཕྱིའུ་སྒྲུག་གང་ཞིག་བསྐྱེད་མིན་བལྟས་ཤིང་། ཕྱིའུ་སྒྲུག་སོ་སོ་དང་དེ་དག་གི་ཕ་མའི་དབར་ཁྱད་རྟགས་ལ་ཁྱད་པར་ཇི་ཡོད་ཞིབ་སྡུར་བྱས་པ་བརྒྱུད། གྲ་རནྟེ་རྣམ་གཉིས་ཀྱིས་ཁྱད་རྟགས་དེ་དག་ལས་གང་ཞིག་རབས་ནས་རབས་སུ་བརྒྱུད་སྤྲོད་བྱས་པའི་རྒྱུད་འདེད་ཁྱད་གཤིས་ཡིན་ཤས་ཆེ་བའི་ཐད་ལའང་ཞིབ་འཇུག་བྱས་ཡོད། ཁོང་རྣམ་གཉིས་ཀྱིས་བྱའི་མཆུ་སྒྲོས་དམིགས་གཞིར་འཁྱེར་ཏེ་དེ་ལྟར་ཞིབ་འཇུག་བསྐྱངས་པས། དཔེ་རིས་ ༡༩ ནང་གསལ་བ་བཞིན། ཆ་སྙོམས་སུ་བརྩིས་ན་མཆུ་སྒྲོས་ཆེ་བའི་ཕ་མས་མཆུ་སྒྲོས་ཆེ་བའི་ཕྲུག་གུ་སྐྱེད་པ་གསལ་སྟོན་བྱས་ཡོད།

ཕྱི་ལོ་ ༡༩༧༧ ལོར་བྱ་ཁྱུག་རྟ་དེ་དག་འཚོ་སྡོད་བྱེད་སའི་གྷ་ལ་པ་གྷོསི་ཚུ་གླིང་ཁྲོན་དུ་ཐན་པ་དྲག་པོ་བྱུང་བའི་རྐྱེན་གྱིས་ཁྱུག་རྟ་མང་པོ་ཤི་བས། ཁོ་ཚོའི་གྲངས་འབོར་སྔོན་ཚད་ ༡༩༠༠ ཡོད་པ་ནས་ཕྱིས་སུ་༢༠༠ བར་ཆག་པ་རེད། ཐན་པ་དེའི་སྐབས་བྱ་ཁྱུག་རྟ་དེ་དག་གིས་རྒྱུན་དུ་ཟ་བའི་འབྲུ་སོན་གྱི་འབོར་ཚད་དང་སྦུས་ཚད་གཉིས་ཀ་ལ་ཉམས་ཆག་བྱུང་འདུག རྒྱུན་དུ་འབྲུ་སོན་དེ་དག་ཕལ་ཆེ་བ་ལྟོས་ས་ལྟོས་འཛོག་གིས་བོངས་ཚད་ཆུང་བ་དང་གསོབ་པ་ཡོད་པས། ཁྱུག་རྟ་དེ་དག་གིས་གཅོག་སླ་ལ་སྤྱོད་བདེ་བ་ཡོད། འོན་ཀྱང་ཐན་པའི་དུས་སུ་ཆེ་ལ་སྲ་བའི་འབྲུ་སོན་གྱི་རིགས་འབའ་ཞིག་ཤུལ་དུ་ལྷག་ལ། (དཔེ་རིས། ༢༠ ལ་ལྟོས།) དེར་བརྟེན་བྱའི་ཚོགས་དེ་དག་ལས་མཆུ་སྒྲོས་ཆེ་བའི་རིགས་འབའ་ཞིག་གིས་ཆེ་ལ་སྲ་བའི་སོན་ལྷག་དག་སྤྱོད་ཐུབ་པ་བྱུང་ཞིང་། བྱ་རིགས་དེ་དག་ཁོ་ན་འཚོ་སྡོད་བྱེད་ཐུབ་པ་བྱུང་། དེར་བརྟེན་མཆུ་སྒྲོས་ཆེ་བའི་རིགས་ཀྱི་ཁྱུག་རྟའི་ཁྱབ་ཚད་གོང་དུ་འཕེལ་བ་རེད།

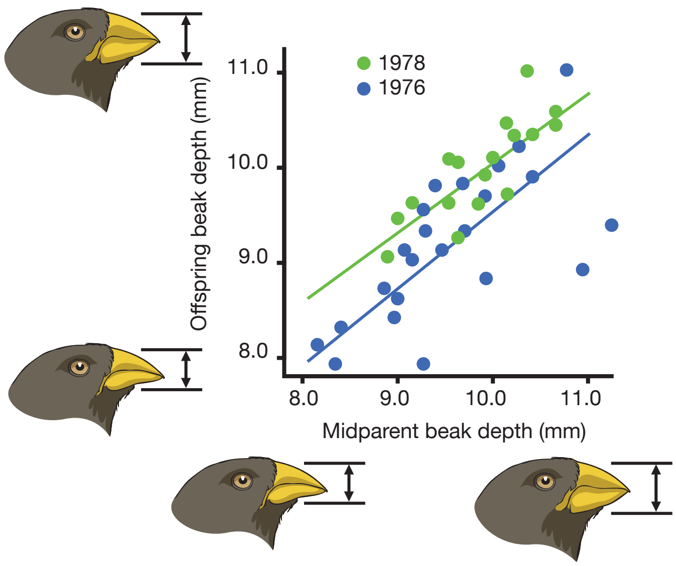


Figure 19: Parent and child beak size. The figure plots how the beak size of offspring compares with the average beak size of their parents. The data suggest that parents with larger beaks give rise, on average, to offspring with larger beaks. This suggests that there is an inherited component to beak size.

This is a dramatic example of how changes in the environment affect a population of organisms by selecting a particular trait (and thus the genes that encode it). It's important to realize that natural selection can only act on traits that already exist in the population; it doesn't create new traits. The larger-beak trait just happened to already exist in the finch population, so that when the drought came the larger-beaked finches were selected by nature. This is natural selection, and this is why you can think of each organism and each species and its genes and traits as a sum of all the histories of their previous relatives, those relatives' traits and the environments those relatives lived in. This is also why, as we discussed above, we can use traits or the DNA that encodes them to develop family trees.

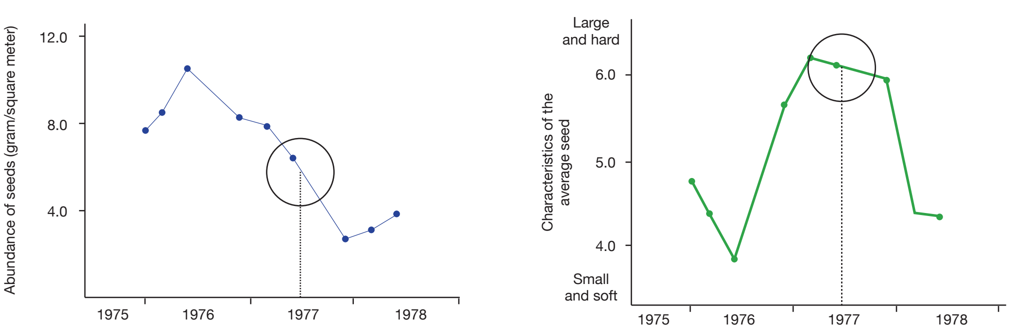
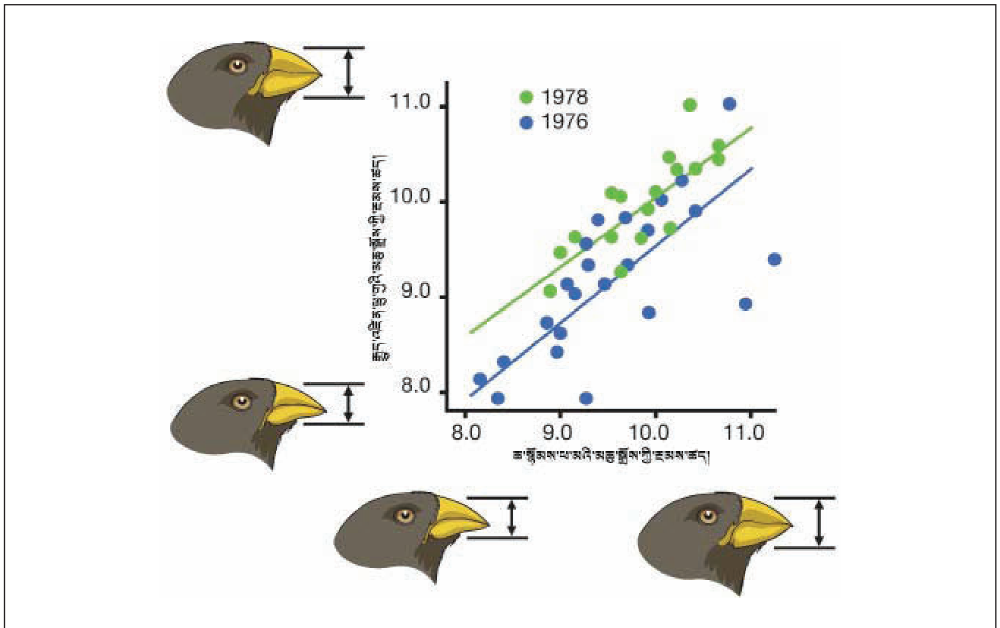
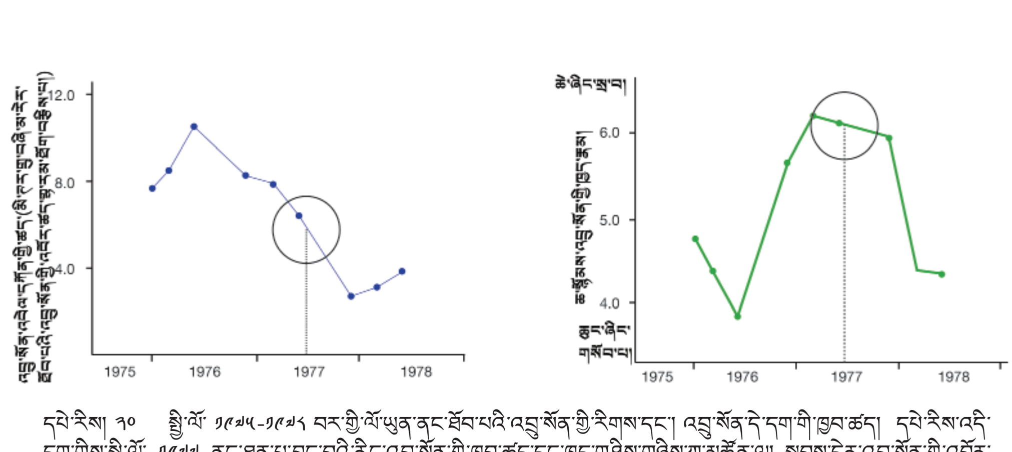


Figure 20: Seed type and availability, 1975-1978. The figures show both the abundance of seeds and their characteristics during the course of a severe drought in 1977; we see that there were many fewer seeds and those that remained were large and hard.



དཔེ་རིས། ༡༩
ཕ་མ་དང་ཕྲུ་གུའི་མཆུ་སྒྲོས་ཀྱི་ཚད། དཔེ་རིས་འདིས་ཕྲུ་གུའི་མཆུ་སྒྲོས་ཀྱི་ཚད་དང་ཕ་མའི་མཆུ་སྒྲོས་ཀྱི་ཚད་གཉིས་དབར་གྱི་འབྲེལ་བ་མཚོན་འགྲེལ་བྱེད་ཅིང་། གྲངས་ཐོ་དག་གིས་ཆ་སྙོམས་ཀྱི་དབང་དུ་བྱས་ན་མཆུ་སྒྲོས་ཆེ་བའི་ཕ་མས་མཆུ་སྒྲོས་ཆེ་བའི་ཕྲུ་གུ་སྐྱེད་པར་སྣེ་སྟོན་བྱེད་ལ། འདིས་མཆུ་སྒྲོས་ཆེ་ཆུང་གི་རྒྱུ་ཆ་དེ་ཡང་རྒྱུད་འདེད་བྱས་ཏེ་འོང་བ་བསྟན་པ་ཡིན།

འདི་ནི་ཁྱད་རྟགས་བྱེ་བྲག་པ་ཞིག་(དང་། དེ་གང་གིས་བཟ་སྒྲིག་བྱས་པའི་རིགས་རྫས་)མཚན་གཞིར་བྱས་ཏེ། ཁོར་ཡུག་ལ་བྱུང་བའི་འགྱུར་བས་སྐྱེ་ལྡན་གྱི་ཚོགས་འདུས་ལ་ཤུགས་རྐྱེན་བཟོ་ཚུལ་མཚོན་པའི་དཔེར་བརྗོད་ཡིད་དབང་འཕྲོག་པ་ཞིག་ཡིན། རང་བྱུང་འདེམས་སྒྲུག་གིས་སྐྱེ་ལྡན་ཚོགས་འདུས་ཤིག་ལ་དང་ཐོག་ནས་ཚང་བའི་ཁྱད་རྟགས་ཁོ་ནའི་སྟེང་དུ་བྱེད་ནུས་འདོན་གྱི་ཡོད་པ་ལས། དེས་ཁྱད་རྟགས་གསར་པ་བསྐྲུན་གྱི་མེད་པ་འདི་ཤེས་པ་གནད་ཆེ། བྱ་ཕྲུག་ནའི་ཚོགས་འདུས་དེར་མཆུ་སྒྲོས་ཆེ་བའི་ཁྱད་རྟགས་ཤིག་ཐོག་མ་ཉིད་ནས་ཡོད་ལ། ཐན་པ་བྱུང་བ་ན་རང་བྱུང་ཁམས་ཀྱིས་མཆུ་སྒྲོས་ཆེ་བའི་ཕྲུག་ཏ་རྣམས་འདེམས་སྒྲུག་བྱས་པ་ཡིན། འདི་རང་བྱུང་འདེམས་སྒྲུག་ཡིན་ཞིང་། འདིའི་དབང་གིས་སྐྱེ་ལྡན་རེ་རེ་དང་ཉེ་རིགས་རེ་རེ། དེ་དག་གི་རིགས་རྫས་དང་ཁྱད་རྟགས་བཅས་པ་འདི་རྣམས། དེ་དག་གི་རིགས་བརྒྱུད་སྔ་མ་རྣམས་དང་ཁོང་ཚོའི་ཁྱད་རྟགས་དང་། ཁོང་ཚོ་གང་དུ་འཚོ་གནས་བྱས་སའི་ཁོར་ཡུག་དང་བཅས་པའི་བྱུང་རབས་ཀུན་བསྡེབས་པའི་སྡོམ་ཚིག་ཅིག་ཏུ་ཁྱོད་ཀྱིས་ངོས་འཛིན་བྱས་ཆོག་པ་ཡིན། འདི་ནི། གོང་དུ་གྲོས་སྡུར་བྱས་ཟིན་པ་བཞིན། ཁྱད་རྟགས་དེ་དག་གམ། ཡང་ན། དེ་དག་གང་གིས་བཟ་སྒྲིག་བྱེད་པའི་ཊི་ཨེན་ཨེ་རྣམས་བཀོལ་ཏེ་ང་ཚོས་ཁྱིམ་རྒྱུད་སྟོང་པོ་བཟོ་སྒྲིག་བྱས་ཆོག་པའི་རྒྱུ་མཚན་ཡང་ཡིན།



དཔེ་རིས། ༢༠ སྤྱི་ལོ་ ༡༩༧༥-༡༩༧༨ བར་གྱི་ལོ་ཡུན་ནང་ཐོབ་པའི་འབྲུ་སོན་གྱི་རིགས་དང་། འབྲུ་སོན་དེ་དག་གི་ཁྱབ་ཚད། དཔེ་རིས་འདི་དག་གིས་སྤྱི་ལོ་ ༡༩༧༧ ནང་ཐན་པ་བྱུང་བའི་རིང་འབྲུ་སོན་གྱི་ཁྱབ་ཚད་དང་ཁྱད་གཤིས་གཉིས་ཀ་མཚོན་ལ། སྐབས་དེར་འབྲུ་སོན་གྱི་འབོར་ཚད་ཉུང་དུ་ཕྱིན་པ་དང་ཆབས་ཅིག་ཆེ་ལ་སྲ་བའི་འབྲུ་སོན་རྐྱང་པ་ལྷག་མར་ལུས་པ་མཐོང་ཐུབ།

THE PEPPERED MOTH

Another famous example of natural selection involves the peppered moth, *Biston betularia*, which lives in Britain. Unlike many brightly-colored butterflies and moths, the peppered moth has wings of various shades of gray, ranging from very light gray to very dark (see Peppered Moths sidebar). These moths spend time on the branches of trees, where birds like to find and eat them.

Prior to and early in the 19th century, most peppered moths were light gray, but by the middle of the century, collectors began to notice darker-colored moths. And by the early 20th century, populations of these moths near industrial cities such as Manchester were mostly dark-colored. Why were there suddenly more dark moths? Compare this situation to the previous example. Think about the beaks of the finches, the change in rainfall and its effect on food supply. How might the color of a moth affect its survival and lead to more of one color than another in the population?

One hypothesis is that darker color was an adaptation to a new environment that allowed for greater survival, that is, fewer moths eaten. Perhaps on light-colored trees, birds easily see and thus eat dark moths, while the lighter-colored ones are harder for the birds to see (Figure 21). Prior to the 19th century the trees and the lichen on them were light in color. With the rise in smoke and soot pollution associated with industrialization, the lichen and trees became darker in color. So, dark moths were harder to spot and the birds preferentially ate the lighter-colored moths.

This is a reasonable hypothesis, but what predictions and assumptions does the hypothesis make? The hypothesis predicts or assumes:

- birds that eat the peppered moths can tell the difference between light and dark moths (different species of animals have the ability to see very different colors);
- if pollution decreased and dark trees became lighter, the majority of moths would once again become light-colored;
- moth color is a genetic trait, passed on from parents to offspring like beak size; but perhaps the moths change color just based on the color of what they eat;
- individual peppered moths do not change color during their lifetime in response to their background environment.

PEPPERED MOTHS: AN IMAGE GALLERY

Peppered moths are various shades of gray, from very light to very dark.

Figure 21: Different colored peppered moths on different colored outdoor environments

སྲིལ་འབུ་སྐྱ་ཕྲ།

དཔར་རིས་ཕྲེང་བ།

སྲིལ་འབུ་སྐྱ་ཕྲ་དག་གི་ལུས་མདོག་ནི་ཧ་ཅང་སྐྱ་ཤས་ཆེ་བ་ནས་ཧ་ཅང་ནག་ཤས་ཆེ་བའི་བར་དེ། ཐལ་མདོག་གི་མདངས་སྣ་ཚོགས་ཡོད།

སྲིལ་འབུ་སྐྱ་ཕྲ།

རང་བྱུང་འདེམས་སྒྲུག་དང་འཕྲེལ་བའི་དཔེར་མཚོན་གྲགས་ཆེ་བ་གཞན་ཞིག་ནི་སྲིལ་འབུ་སྐྱ་ཕྲ་དེ་ཡིན་ཞིང་། དེ་ལ་འབྲེལ་ཡོད་ཚན་རིག་གི་བརྡ་ཆད་དུ་སྦིས་ཊོན་སྦེ་ཊུ་ལ་རིཡ་ཟེར། འདི་རྒྱུན་དུ་དབྱིན་ཡུལ་དུ་འཚོ་གནས་བྱེད་པའི་སྲོག་ཆགས་ཤིག་ཡིན། རྒྱུན་ལྡན་གྱི་མདོག་བཀྲ་བའི་ལྡེབ་འདྲི་མ་དང་སྲིལ་འབུ་གཞན་རྣམས་དང་མི་འདྲ་བར། སྲིལ་འབུ་འདིའི་རིགས་ལ་སྐྱ་ཞད་ཧ་ཅང་ཆེ་བ་ནས་ཧ་ཅང་ནག་ཞད་ཆེ་བའི་བར་གྱི་ཐལ་མདོག་གར་སྣའི་མདངས་སྣ་ཚོགས་ཅན་གྱི་གཤོག་པ་ཡོད་(ཟུར་ངོས་ཀྱི་དཔར་རིས་ལ་ལྟོས་)། སྲིལ་འབུ་འདི་དག་སྡོང་པོའི་ཡལ་གའི་སྟེང་དུ་བབས་ནས་བསྡད་པ་ན་འདབ་བྱའི་ཚོགས་ཀྱིས་དེ་དག་བཙལ་ཏེ་ཟ་གིན་ཡོད།

དུས་རབས་༡༩ པའི་འགོ་སྟོད་བར་སྲིལ་འབུ་ཕལ་མོ་ཆེ་སྐྱ་ཞད་ཆེ་བའི་ཐལ་མདོག་ཅན་ཡིན་ལ། འོན་ཀྱང་བརྒྱ་ཕྲག་དེའི་དཀྱིལ་ལ་སླེབས་མཚམས་(སྲིལ་འབུ་འདིའི་རིགས་)འཕྱུ་སྐྱུད་བྱེད་མཁན་རྣམས་ཀྱིས་ཚོས་གཞི་ནག་ཞད་ཆེ་བའི་སྲིལ་འབུའི་རིགས་མཐོང་རྒྱུའི་འགོ་ཚུགས། དེ་རྗེས་དུས་རབས་ ༣༠ པའི་འགོ་སྟོད་དུ་མེན་ཆེསི་ཊར་ལྷ་བུའི་བཟོ་ལས་གྲོང་ཁྱེར་གྱི་ཉེ་འཁོར་དུ་འཚོས་པའི་སྲིལ་འབུའི་ཚོགས་འདུས་དེ་དག་ཕལ་མོ་ཆེ་ལུས་མདོག་ནག་ཞད་ཆེ་བར་གྱུར་ཡོད་པ་རེད། ཅིའི་ཕྱིར་ན་གློ་བུར་དུ་ལུས་མདོག་ནག་ཞད་ཆེ་བའི་སྲིལ་འབུ་མང་བ་བྱུང་བ་ཡིན་ནམ། གནས་སྟངས་འདི་སྟར་གྱི་དཔེ་མཚོན་དང་ཞིབ་སྟུར་བྱེད་དགོས། བྱ་ཁྱུག་ཏའི་མཆུ་སྒྲོས་དང་། ཆར་ཆུ་ལ་བྱུང་བའི་འགྱུར་བ། དེས་གཟན་ཆས་ཀྱི་ཐོན་སྐྱེད་ཐོག་བཟོས་པའི་ཤུགས་རྐྱེན་སོགས་ལ་བསམ་བློ་ཐོངས། སྲིལ་འབུའི་ལུས་མདོག་གིས་འབུ་རིགས་དེའི་འཚོ་སྡོད་རྒྱུན་འཕྱོངས་ལ་བྱེད་ནུས་ཇི་ལྟར་འདོན་ནམ། སྲིལ་འབུའི་ཁ་དོག་གིས་དེའི་ཚོགས་འདུས་ཀྱི་ཁྲོད་དུ་ལུས་མདོག་བྱེ་བྲག་པ་ཞིག་གི་ཁྱབ་ཚད་ཇི་ལྟར་མཐོར་འདེགས་བྱེད་དམ།

ཚོད་རྩིས་གཅིག་ནི། ནག་ཞད་ཆེ་བའི་ཁ་དོག་དེ་ཁོར་ཡུག་གསར་པར་བསྟུན་འགྱུར་གྱི་རྣམ་པ་ཞིག་ཡིན་པ་སྟེ། དེས་འཚོ་སྡོད་ཀྱི་ཆ་རྐྱེན་འཕར་མ་བསྐྲུན་ཏེ། (ཕྱིའུས་)ཟོས་པའི་སྲིལ་འབུའི་གྲངས་ཆག་པར་ཕན་ཐོགས་པ་དེ་རེད། འོན་ཀྱང་སྡོང་པོ་སྐྱ་བོའི་སྟེང་དུ་ནག་ཤས་ཅན་གྱི་སྲིལ་འབུ་དག་མཐོང་སླ་ཞིང་། སྐྱ་ཤས་ཅན་གྱི་སྲིལ་འབུ་མཐོང་དཀའ་བས། གང་མངོན་པར་གསལ་བ་རྣམས་བྱིའུས་སླ་པོའི་ངང་ཟོས་པའང་སྲིད་པ་ཡིན་(དཔེ་རིས། ༣༧)། དུས་རབས་༡༩ ཡར་སྔོན་དུ་ཤིང་སྡོང་དང་དེའི་སྟེང་དུ་ཆགས་པའི་གྲོག་ཤིང་སྔོ་དྲེག་རྣམས་ལ་ཁ་དོག་སྐྱ་ཤས་ཆེ་བ་ཡོད་ལ། འོན་ཀྱང་བཟོ་ལས་དར་འཕེལ་དང་མཉམ་དུ་བྱུང་བའི་དུ་བ་དང་དུ་ཐལ་གྱི་སྦགས་བཙོག་གི་དབང་གིས་སྡོང་པོ་དང་གྲོག་ཤིང་སྔོ་དྲེག་རྣམས་ལ་དྲི་ནག་འགོས་ལ། དེའི་དབང་གིས་སྲིལ་འབུ་ནག་པོ་རྣམས་མཐོང་དཀའ་བས། བྱིའུས་སྐྱ་མདོག་ཅན་གྱི་སྲིལ་འབུ་བདམས་ཏེ་ཟོས་པ་རེད།

འདི་ནི་རིགས་པ་དང་མཐུན་པའི་ཚོད་རྩིས་ཤིག་ཡིན་མོད། དེས་སྔོན་དཔག་དང་ཚོད་དཔག་གང་འདྲ་ཞིག་བྱེད་དམ་ཞེ་ན། འདི་ལྟར་ཏེ།

- སྲིལ་འབུ་སྐྱ་ཕྲ་ཟོས་པའི་འདབ་བྱ་དེ་དག་གིས་སྲིལ་འབུ་དཀར་ནག་གི་ཁྱད་པར་འབྱེད་ཐུབ་པ། (སྲོག་ཆགས་ཀྱི་ཉེ་རིགས་སོ་སོར་ཁ་དོག་མི་འདྲ་བ་མཐོང་བའི་ནུས་པ་མི་འདྲ་བ་ཡོད།)
- གལ་ཏེ་ཁོར་ཡུག་གི་སྦགས་བཙོག་ཆག་པ་དང་། སྡོང་པོ་ནག་ག་རྣམས་ག་ལེར་སྐྱ་མདོག་ཅན་དུ་གྱུར་ཚེ། སྲིལ་འབུ་ཕལ་ཆེ་བ་སླར་ཡང་སྐྱ་མདོག་ཅན་དུ་འགྱུར་ངེས་ཡིན་པ།
- སྲིལ་འབུའི་ཁ་དོག་ནི་མཆུ་སྒྲོས་ཀྱི་ཆེ་ཚད་བཞིན་དུ་ཕ་མ་ནས་བུ་གུར་བརྒྱུད་སྤྲོད་བྱེད་པའི་ཁྱད་རྟགས་ཤིག་ཡིན་པ། ཡང་ཕྱོགས་གཞན་དུ་ནི། སྲིལ་འབུས་གང་ཟས་སུ་སྤྱོད་པའི་རང་གི་གཟན་ཆས་ཀྱི་ཁ་དོག་ལ་བརྟེན་ནས་རང་གི་ལུས་མདོག་འགྱུར་བའང་ཡིན་ཆོག་པ།
- རང་ཉིད་འཚོ་སྡོད་བྱེད་པའི་དུས་ཡུན་གྱི་རིང་སྲིལ་འབུ་རྣམས་རྒྱབ་ལྗོངས་ཀྱི་ཁོར་ཡུག་ལ་ལྟོས་ཏེ་རང་གི་ཁ་དོག་ལ་འགྱུར་བ་མི་འགྲོ་བ་བཅས་ཡིན།

དཔེ་རིས། ༣༧ ཕྱིའི་ཁོར་ཡུག་གི་རྒྱབ་ལྗོངས་མི་འདྲ་བའི་ཁྲོད་ཀྱི་སྲིལ་འབུ་སྐྱ་ཕྲ་ཁ་དོག་སྣ་ཚོགས་ཅན་ཁག་ཅིག

What experiments could you develop to test these predictions?

By simply capturing light moths and dark moths and monitoring their color, their reproduction and their landing on dark and light surfaces, it became clear the first and last assumptions—that moth color is genetic and that moths don't change color depending on where they are—are true.

To determine if birds can discriminate between light and dark moths, a geneticist at Oxford University did an ingenious experiment. He released approximately equal numbers of both light- and dark-colored moths onto trees in (1) a polluted area near Birmingham, England, where the trees were dark and (2) a relatively remote region in Dorset where the trees were light. When he later recaptured the surviving moths, he found more dark moths survived on dark trees and more light moths survived on light trees. He also directly observed and filmed birds eating the moths.

Finally, this hypothesis makes a prediction about what would happen if pollution decreased and trees returned to their original lighter color. Indeed when this happened, the moth population adapted, slowly returned to a lighter color. That is, the version of 'moth-color' gene that was most predominant in the population shifted from being the dark-color-causing version to being the light-color-causing version (Figure 22).

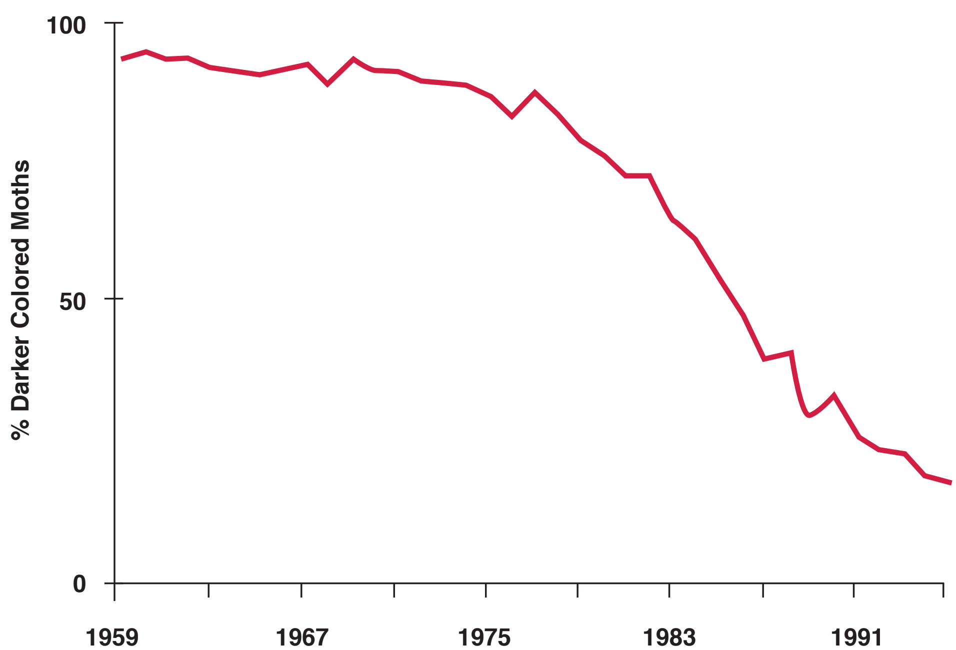


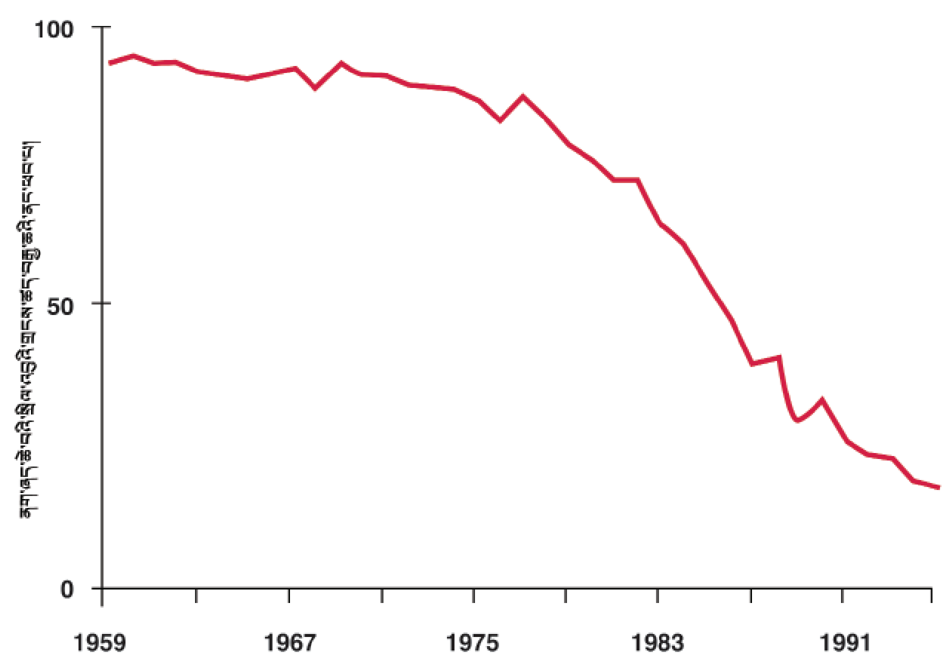
Figure 22: Changes in percentage of dark moths with improving air quality. Air quality in the US dramatically improved beginning in the late 1960s. The number of dark-colored moths decreased over time as air quality continued to improve.

སྟོན་དཔག་འདི་རྣམས་བདེན་མིན་བཤེར་བའི་ཆེད་དུ་ཁྱོད་ཀྱིས་བརྟག་དཔྱད་ཀྱི་ཐབས་ལམ་གང་འདོན་ནུས་སམ།

སྐྱ་མདོག་ཅན་གྱི་སྲིལ་འབུ་དང་ནག་མདོག་ཅན་གྱི་སྲིལ་འབུ་འཐུ་སྡུད་བྱས་ཏེ། དེ་དག་གི་ཁ་དོག་དང་། སྐྱེ་འཕེལ་གྱི་གོ་རིམ། ངོས་གཞི་སྐྱ་ཞད་ཅན་དང་ནག་ཞད་ཅན་དག་ཏུ་འབབ་ལུགས་བཅས་ལ་རྟོག་ཞིབ་རིམ་པར་བྱས་པ་ལས། གོང་གི་ཆ་བཞག་དང་པོ་དང་མཐའ་མ་སྟེ་-- སྲིལ་འབུའི་ལུས་མདོག་དེ་རྒྱུད་འདེད་དངོས་རྫས་ཡིན་པ་དང་། རང་གང་དུ་གནས་ས་ལ་ལྟོས་ཏེ་ལུས་མདོག་ལ་འགྱུར་བ་མི་འབྱུང་བ་གཉིས། --བདེན་པ་ཡིན་པའི་ར་སྤྲོད་གསལ་པོ་ཐོབ་ཐུབ།

བྱིའུས་སྲིལ་འབུ་དཀར་ནག་གི་ཁྱད་པར་འབྱེད་ཐུབ་མིན་གཏན་ཁེལ་བྱེད་པའི་ཆེད་དུ། ཨོཀ་སི་ཕོར་ཊ་གཙུག་ལག་སློབ་གཉེར་ཁང་གི་རིགས་རྫས་རིག་པ་བ་ཞིག་གིས་རྣམ་དཔྱོད་ལྡན་པའི་དངོས་བཤེར་ཞིག་བསྒྲུབས་ཡོད། ཁོང་གིས་ ༡) ཁོར་ཡུག་སྣགས་བཙོག་གིས་བསྒོས་པའི་དབྱིན་ཡུལ་ནང་གི་སྨར་མིང་རྣམ་ཁྲུལ་གྱི་ཤིང་སྡོང་སྨུག་ནག་ཅན་ཚོའི་སྟེང་དུ་དང་། ༢) ཡང་མཐའ་ཁོབ་ཀྱི་ནོར་སེཊ་ས་ཁྲུལ་གྱི་ཤིང་སྡོང་སྐྱ་མདོག་ཅན་ཚོའི་སྟེང་དུ་གྲངས་ཚད་མཉམ་པའི་སྲིལ་འབུ་སྐྱ་པོ་དང་སྲིལ་འབུ་ནག་པོ་དུས་མཉམ་དུ་གློད་ལ། དུས་ཡུན་གང་མཚམས་སོང་རྗེས་གསོན་པོར་ལྷག་པའི་སྲིལ་འབུ་རྣམས་སླར་ཡང་འཐུ་སྡུད་བྱས་པ་ན། ཁོང་གིས་ཤིང་སྡོང་སྨུག་ནག་ཚོའི་སྟེང་དུ་སྲིལ་འབུ་ནག་པོ་མང་བ་དང་། ཤིང་སྡོང་སྐྱ་མདོག་ཅན་ཚོའི་སྟེང་དུ་སྲིལ་འབུ་སྐྱ་བོ་མང་བ་ལུས་ཡོད་པ་རྙེད། མ་ཟད་ཁོང་གིས་དེར་བྱུང་བའི་གནས་ཚུལ་ལ་དངོས་སུ་ལྟ་ཞིབ་བྱས་ཡོད་པ་དང་། བྱིའུས་སྲིལ་འབུ་དེ་དག་ཟོས་ཚུལ་དངོས་སུ་དཔར་བརྒྱབ་ཡོད་པ་རེད།

མཐའ་དོན། ཚོད་རྩིས་འདིས་གལ་ཏེ་ཁོར་ཡུག་སྣགས་བཙོག་གི་གོ་རིམ་དེ་མར་ཆག་པ་དང་། དེ་ལས་ཤིང་སྡོང་དེ་རྣམས་ཀྱི་ཤུན་མདོག་སླར་ཡང་སྦ་སོར་ཆུད་དེ་སྐྱ་བོར་གྱུར་ན། གནས་སྟངས་ཇི་འདྲ་ཞིག་ཏུ་འགྱུར་མིན་གྱི་སྟོན་དཔག་ཅིག་བྱེད་ཀྱི་ཡོད། དེ་འདྲ་དངོས་སུ་བྱུང་བའི་སྐབས་ཤིག་ཏུའང་། སྲིལ་འབུའི་ཚོགས་འདུས་དེས་ཁོར་ཡུག་ལ་མཐུན་འཕྲོད་བྱས་པ་བརྒྱུད། དུས་རིམ་གྱིས་སྐྱ་མདོག་གི་ཕྱོགས་སུ་ཕྱིར་ལོག་བྱས་ཡོད། དེའི་གོ་དོན་ནི། ཚོགས་འདུས་དེའི་ཁྲོད་དུ་ཤུགས་ཆེར་ཁྱབ་ནས་ཡོད་པའི་སྲིལ་འབུའི་ལུས་མདོག་སྐྱེད་པའི་རིགས་རྫས་ཀྱི་རྣམ་འགྱུར་དེ་ནག་མདོག་སྐྱེད་པའི་ཕྱོགས་ནས་སྐྱ་མདོག་སྐྱེད་པའི་ཕྱོགས་སུ་འཕོ་འགྱུར་ཕྱིན་པ་དེ་ཡིན། (དཔེ་རིས། ༡༡)



དཔེ་རིས། ༡༡ ནག་ཞད་ཆེ་བའི་སྲིལ་འབུའི་གྲངས་ཚད་བརྒྱ་ཆའི་ནང་བབ་པ། རླུང་ཁམས་ཀྱི་སྦྱུས་ཁ་ལེགས་འགྱུར་ཕྱིན་པ་དང་མཉམ་དུ་སྲིལ་འབུ་ནག་པོའི་གྲངས་འབོར་ལ་འགྱུར་བ་ཕྱིན་པའི་མཚོན་རིས་བརྒྱ་ཆའི་ནང་གསལ་བ། སྤྱི་ལོ་ ༡༩༧༠ ཡི་ལོ་རབས་ཀྱི་མཇུག་ནས་འགོ་བཙུམས་ཏེ་ཨ་རིའི་རླུང་ཁམས་ཀྱི་སྦྱུས་ཁར་ལེགས་འགྱུར་ཟབ་མོ་ཐེབས་ཡོད། དེ་ནས་བཟུང་དུས་ཡུན་གང་མཚམས་རིང་རླུང་ཁམས་ཀྱི་སྦྱུས་ཁ་ སྔ་མཐུད་དུ་ཇེ་ལེགས་སུ་སོང་བ་ལས་ལུས་མདོག་ནག་ཞད་ཅན་གྱི་སྲིལ་འབུའི་གྲངས་ཚད་ཆག་པ་རེད།

One last famous example of natural selection (an example that actually can be observed overnight!) is that of the development of antibiotic resistance in bacteria. Antibiotics like penicillin are one of the great breakthroughs in medical history. Upon their discovery during World War II, suddenly, humans didn't die of infection, which commonly occurs during regular everyday life in events like childbirth or even from small cuts in the skin. Once penicillin (a naturally-produced antibiotic) was discovered, many lives were saved.

However, over time, antibiotic resistance, the ability of bacteria to avoid being killed by antibiotics, can spread through a species of bacteria and, because bacteria grow so quickly, the resistance can spread quickly also. Bacterial antibiotic resistance is a major and growing problem around the world in diseases—like bacterial pneumonia and tuberculosis— that once responded to penicillin and related antibiotics.

In all cases of natural selection, including those we have discussed here—in birds, moths, and bacteria— the resulting changes that increase survival in a particular environment are known as **adaptations**. Organisms change or adapt to fit their environments, or they eventually die out.

As you are beginning to see, adaptation and natural selection are about nature (the environment) 'selecting' the traits that fit best in a given environment. This 'fit' is called **fitness**, a measure of how well a species with a particular trait or set of traits survives and passes on those same traits (genes) to the next generation.

Notice that genetic change, fitness, adaptation and natural selection are not in themselves 'good' or 'bad'. Or, perhaps we should say they could be either, depending on your perspective. Natural selection is not *trying* to be good or bad, for sure, but is simply choosing the traits that work best for an organism in a particular environment. From our perspective, natural selection of antibiotic resistance is bad, because it allows the survival of more bacteria that can make us very sick or kill us, but from the bacteria's perspective antibiotic resistance is good, because it allows the survival of more bacteria.

YOUR TURN: ANTIBIOTIC RESISTANCE

Based on what we have discussed about natural selection, outline a scenario by which antibiotic resistance might evolve (that is, how could bacteria that are killed by antibiotics evolve into bacteria of the same species that are not killed by antibiotics?) and design a laboratory experiment that would test your hypothesis. This is a challenging exercise. Start by thinking at the big picture level: what would have to change in a bacterium that dies when exposed to antibiotics versus in a bacterium that lives? How could that change occur? How could the change be passed on to other bacteria?

SEXUAL SELECTION

Just because you happen to be bigger or stronger or faster does not necessarily mean you have greater fitness. Like with all other traits, this depends on the environment. When might it be an advantage for humans to be shorter? Taller?

When I, a six and half-foot-tall human, walk through the Himalayas or through the

ཁྱོད་ཀྱི་རེས་མོས།
གཉན་འཛོམས་ནུས་འགོག

གོང་དུ་ང་ཚོས་རང་བྱུང་འདེམས་སྒྲུག་སྐོར་གླེང་སྐབས་བྲིས་སྟུར་གང་བྱས་པ་རྣམས་གཞི་ལ་བཞག་ནས། གཉན་འཛོམས་ནུས་འགོག་གི་གོ་རིམ་སྟོང་སྲིད་པའི་(དེ་ནི། སྔར་གཉན་འཛོམས་སྨན་གྱིས་གསོད་ནུས་པའི་འབུ་སྲིའི་རིགས་རྣམས་ད་གཟོད་གཉན་འགོག་ཐབས་ཤེས་དེས་གསོད་མི་ནུས་པའི་འབུ་སྲིའི་ངོ་བོར་ཇི་ལྟར་འཕེལ་འགྱུར་བྱུང་བ་ཡིན་ནམ་ཞེས་པ་དང་འབྲེལ།) གནས་སྟངས་ཤིག་སྒྲིག་གཤོམ་བྱེད་ལ། དེ་ནས་རང་གིས་གང་ཚོད་རྩིས་བྱས་པ་དེ་བདེན་མིན་གཞལ་བར་དངོས་བཤེར་བརྟག་དཔྱད་ཀྱི་རིམ་པ་ཞིག་འཇུས་འགོད་གྱིས། འདི་ནི་དཔེ་ཞིབ་དཀའ་བོ་ཞིག་ཡིན་པས། དང་ཐོག་རྒྱ་ཆེ་བའི་རིམ་པ་འདི་འདྲ་ལ་བསམ་བློ་བཏང་ཚོག་པ་ནི། ད་ལྟ་འཚོ་བཞིན་པའི་འབུ་སྲ་ཞིག་ལ་བསྟུར་ན། སྔར་གཉན་འགོག་ཐབས་ཤེས་ཀྱིས་བསད་པའི་འབུ་སྲ་དེར་འགྱུར་བའི་ཆ་གང་འདྲ་ཞིག་མ་ཚང་བ་ཡིན་ནམ། དེ་འདྲའི་འགྱུར་བ་དེ་ཚུལ་ཇི་ལྟར་དུ་འབྱུང་རིགས་སམ། དེ་འདྲའི་འགྱུར་བ་དེ་འབུ་སྲ་གཞན་ལ་ཚུལ་ཇི་ལྟར་དུ་བརྒྱུད་སྤྲོད་བྱེད་ཐུབ་བམ། ལྟ་བུའོ།།

རང་བྱུང་འདེམས་སྒྲུག་གི་གྲགས་ཆེ་བའི་དཔེར་མཚོན་མཐའ་མ་ཞིག་ནི། (དཔེར་མཚོན་འདི་དོན་ངོ་མར་མཚན་ཐོག་ཐག་གཅིག་ལ་ལྟ་ཞིབ་བྱེད་ཐུབ།) འབུ་སྲིའི་ནང་གཉན་འཛོམས་ནུས་འགོག་གི་ནུས་པ་སྐྱེ་འཕེལ་བྱེད་ཚུལ་དང་འབྲེལ་བ་ཡོད། པེ་ནི་སི་ལིན་ལྷ་བུའི་གཉན་འཛོམས་སྨན་བཟོ་འདོན་གྱི་བྱེད་རིམ་དེ་གསོ་རིག་གི་ལོ་རྒྱུས་ནང་ངོ་མཚར་ཆེ་བའི་མདུན་མཆོངས་ཆེན་མོ་ཞིག་ཡིན། འཛམ་གླིང་དམག་ཆེན་གཉིས་པའི་སྐབས་སུ་དེ་དག་ཐོག་མར་རྙེད་རྟོགས་བྱུང་བ་ནས་བཟུང་གཉན་ཁའི་རྐྱེན་གྱིས་སྲོག་སྐྱོན་བྱུང་བའི་གྲངས་འབོར་དེ་གློ་བུར་དུ་མཚམས་ཆད་ཡོད། དེ་ལ་གཉན་ཁ་ནི་རྒྱུན་ལྡན་འཚོ་བའི་ཁྲོད་དུ་ཡོངས་ཁྱབ་ཏུ་འབྱུང་བའི་ནད་གཞི་ཞིག་ཡིན་ལ། དེ་ནི་དཔེར་ན་ཕྲུ་གུ་བཙའ་དུས་དང་ཤ་པགས་སྟེང་གཅོད་ཁ་ཆུང་ངུ་ཙམ་ཞིག་གིས་ཀྱང་སློང་ནུས་པའི་ནད་གཞིའི་རིགས་ལ་ཟེར། (རང་བྱུང་གི་ལམ་ནས་བསྐྲུན་པའི་གཉན་འཛོམས་སྨན་)པེ་ནི་སི་ལིན་གསར་དུ་རྙེད་རྟོགས་བྱུང་ཙམ་ཉིད་ནས་ཚེ་སྲོག་མང་པོ་བསྐྱབས་ཐུབ་ཡོད།

འོན་ཀྱང་དུས་ཡུན་གང་མཚམས་འདས་རྗེས། གཉན་འཛོམས་ནུས་འགོག་སྟེ། འབུ་སྲིའི་སྟེང་གི་གཉན་འཛོམས་སྨན་གྱི་གནོད་སྐྱོན་གཡོལ་བའི་བྱེད་ནུས་དེ་འབུ་སྲིའི་ཉེ་རིགས་ཀྱི་ཁྲོན་ལ་ཁྱབ་ཅིང་བདལ་ལ། དེར་མ་ཟད། འབུ་སྲ་སྐྱེ་འཕེལ་མགྱོགས་མྱུར་སྒོས་བྱེད་པའི་དབང་གིས་དེ་དག་ནང་གི་གཉན་འཛོམས་ནུས་འགོག་གི་ནུས་པ་དེའང་མགྱོགས་མྱུར་སྒོས་ཁྱབ་བདལ་བྱས་ཚོག་པ་ཡིན། འབུ་སྲིའི་སྟེང་གི་གཉན་འཛོམས་ནུས་འགོག་གི་བྱེད་ནུས་དེ་ནི་འཛམ་གླིང་ཁྱོན་ཡོངས་ལ་ཕྲད་པའི་ཆེ་ལ་ཐུ་མཐུད་དུ་ཇེ་ཆེར་འགྲོ་བའི་དཀའ་ཁག་ཅིག་ཡིན་ལ། དེ་ནི་སྔར་པེ་ནི་སི་ལིན་དང་། དེ་དང་འབྲེལ་བའི་གཉན་འཛོམས་སྨན་དག་གིས་བཀག་ཅིང་འགོག་ནུས་པའི་འབུ་སྲས་བསླངས་པའི་གློ་ཚད་དང་གློ་ནད་ཏེ་བི་ལྟ་བུའི་ནད་གཞི་རྣམས་ཐུ་མཐུད་དུ་སྔོན་འགོག་བྱ་རྒྱུར་ཕྲད་པའི་དཀའ་ཁག་ཅིག་ཡིན།

རང་བྱུང་འདེམས་སྒྲུག་གི་གནས་སྟངས་ཐམས་ཅད་དེ། གོང་དུ་བྲིས་སྟུར་བྱས་པའི་བྱ་དང་། སྲིལ་འབུ་དང་། འབུ་སྲ་ཐེ་བའི་གནས་སྟངས་ཐམས་ཅད་ཀྱི་ནང་། ཁོར་ཡུག་ངེས་ཅན་ཞིག་ཏུ་འཚོ་གནས་ཀྱི་ཆ་རྐྱེན་གོང་མཐོར་གཏོང་བའི་འགྱུར་བ་གང་བྱུང་བ་རྣམས་ལ་**བསྟུན་འགྱུར**་ཟེར་བ་ཡིན། སྐྱེ་ལྡན་རྣམས་ཁོར་ཡུག་དང་འཚམས་པའི་འགྱུར་བ་འགྲོ་དགོས་པ་སྟེ། བསྟུན་འགྱུར་བྱེད་དགོས་པ་ཡིན་ལ། དེ་མ་ཐུབ་ཚེ་གསོན་པོར་གནས་མི་ནུས།

ཁྱོད་ཀྱིས་མཐོང་བཞིན་པ་ལྟར། བསྟུན་འགྱུར་དང་རང་བྱུང་འདེམས་སྒྲུག་ནི་ཁོར་ཡུག་ངེས་ཅན་ཞིག་ལ་འཕྲོད་པའི་ཁྱད་རྟགས་བཟང་ཤོས་དེ་རང་བྱུང་ཁམས་(ཁོར་ཡུག་)ཀྱིས་འདེམས་སྒྲུག་བྱེད་ཚུལ་གྱི་གོ་རིམ་དང་འབྲེལ་བ་ཞིག་ཡིན། འདིར་'འཕྲོད་པ'ཞེས་པས་**མཐུན་འཕྲོད**་ཀྱི་ཚད་གཞི་མཚོན་ལ། འདི་ནི་ཁྱད་རྟགས་བྱེ་བྲག་པ་ཞིག་གམ། ཡང་ན་ཁྱད་རྟགས་ཀྱི་ཚོགས་གང་ཞིག་དུས་ཡུན་ཇི་ཙམ་བར་རྒྱུན་འཁྱོངས་ཐུབ་ཅིང་། རྒྱུད་འཛིན་རྗེས་མ་དག་ལ་ཁྱད་རྟགས་(རིགས་རྫས་)དེ་དག་བརྒྱུད་སྤྲོད་ཐུབ་མིན་གྱི་ཚད་གཞི་ལ་གོ་བ་ཡིན།

འདིར་ཡིད་འཛོག་བྱེད་དགོས་པ་འདི་ཡོད་དེ། རྒྱུད་འདེད་དངོས་རྫས་སྟེང་གི་འགྱུར་བ། མཐུན་འཕྲོད། བསྟུན་འགྱུར། རང་བྱུང་འདེམས་སྒྲུག་རྣམས་རང་གི་ངོ་བོས་བཟང་ངན་གྱི་རྣམ་པ་གང་ཡང་མི་མཚོན། འདི་ཕྱོགས་གཞན་ཞིག་ནས་བཤད་ན་འདི་ལྟར་ཏེ། དེ་དག་བཟང་ངན་ཅིར་འགྱུར་ནི་གང་ཟག་རང་ཉིད་ཀྱི་ལྟ་ཕྱོགས་ལ་རག་ལས་པ་ཡིན། དེ་ཡང་རང་བྱུང་འདེམས་སྒྲུག་གི་གོ་རིམ་དེ་ཉིད་ཆེད་དུ་བཟང་ངན་གྱི་ཕྱོགས་གང་དུའང་མི་ཞུགས་ཏེ། དེ་ནི་ཁོར་ཡུག་གི་གནས་སྟངས་བྱེ་བྲག་པ་ཞིག་གི་ནང་སྐྱེ་ལྡན་བྱེ་བྲག་པ་ཞིག་ལ་མཐུན་འཕྲོད་ཆེ་ཤོས་ཀྱི་ཁྱད་རྟགས་དེ་གདམ་བསལ་བྱས་པ་ཙམ་ཞིག་ཡིན། དཔེར་ན། མིའི་འགྲོ་བའི་ལྟ་ཕྱོགས་ནས་བལྟས་ན་གཉན་འཛོམས་ནུས་འགོག་གདམ་བསལ་བྱུང་བ་དེ་ངན་རྟགས་ཤིག་ཡིན་ཏེ། དེས་འབུ་སྲ་ཆེས་མང་པོ་སྐྱེ་འཕེལ་འཚོ་གནས་བྱེད་དུ་འཇུག་ཅིང་། དེས་སྐྱེ་འགྲོ་མང་པོ་ཤི་རྨས་ཀྱི་གནས་སུ་སྦྱུར་ཚོག་པའི་ཕྱིར། འོན་ཀྱང་འབུ་སྲིའི་ཕྱོགས་ནས་བལྟས་ན་གཉན་འཛོམས་ནུས་འགོག་གདམ་བསལ་ཐོབ་པ་དེ་བཟང་རྟགས་ཤིག་ཡིན་ཏེ། དེས་འབུ་སྲ་ཆེས་མང་པོ་སྐྱེ་འཕེལ་འཚོ་གནས་བྱེད་དུ་འཇུག་པའི་ཕྱིར།

འདོད་སྤྱོད་འདེམས་སྒྲུག

ཁྱོད་ཉིད་ལུས་ཆེ་བ་དང་། སྟོབས་ཆེ་བ། བང་འགྲོས་མགྱོགས་པ་ཡོད་ཙམ་གྱིས་ཁྱོད་ཉིད་གཞན་ལས་མཐུན་འཕྲོད་ཟབ་པ་ཡོད་པའི་ངེས་པ་མེད། ཁྱད་རྟགས་གཞན་ཀུན་དང་འདྲ་བར་འདི་ཡང་ཁོར་ཡུག་ལ་ལྟོས་པ་ཞིག་ཡིན། ལུས་ཆེ་བའི་ཁྱད་རྟགས་དེ་མི་ཞིག་ལ་དགེ་མཚན་དུ་གྱུར་པའི་གནས་སྐབས་གང་འདྲ་ཡོད་དམ། དེ་བཞིན་དུ་ཉེས་སྐྱོན་དུ་གྱུར་པའི་གནས་སྐབས་གང་འདྲ་ཡོད་དམ། བསམ་བློ་ཐོངས།

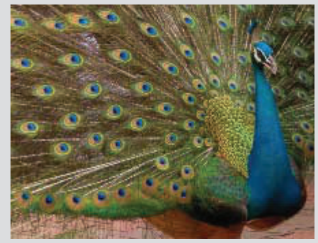
རིང་ཚད་ཕེ་ཊེ་ཕྱེད་དང་བདུན་ཅན་གྱི་མི་ང་། ཧི་མ་ལ་ཡའི་རི་རྒྱུད་ཀྱི་ཁུལ་དང་། ཡང་ན་ཨེ་མ་ཛོན་གྱི་ཆར་ནགས་ཆེ་བའི་

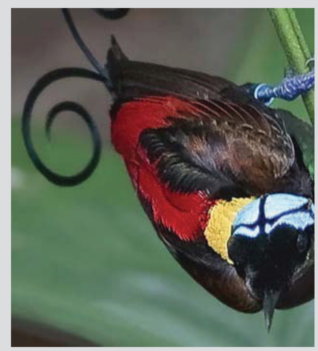
rainforests of the Amazon, I am always struck by how much more difficult it is for me to move through these environments than it is for those humans who are native to those environments and are, on average, much shorter.

One special case of natural selection related to fitness, particularly the ability of finding and attracting a mate, is called **sexual selection**. The males of some species, notably the peacock, go to great lengths, literally, to impress potential mates (see Sexual Selection sidebar). These males are selected for and thus have greater fitness, despite the fact that these same traits might significantly disadvantage them in other ways. For example, male peacocks can sometimes barely walk because their tails are so long and heavy! The males of some insect species even sacrifice their lives—their mates eat them— to be able to mate and reproduce. At the same time male mating traits are being selected, the way the females of these species go about choosing these males is also being selected for. So, the idea here is the major goal of natural selection is to pass genes that work well in a particular environment to the next generation, sometimes at a very high cost.

SEXUAL SELECTION
AN IMAGE GALLERY

Male peacocks (upper picture) and Birds of Paradise (lower picture) go to great lengths to impress their mates.





WHAT NATURAL SELECTION IS NOT

Before we continue our discussion about evolution and what natural selection is, let's take a short break and consider what natural selection *isn't*. These distinctions are important from many perspectives, both scientific and philosophic, with implications for how evolution is understood by the general public.

First, as we hinted above, natural selection is not a purposeful process. 'Selecting' is often put in quotation marks because in the process of natural selection, nature does not actively choose the fittest organisms with the best traits, but instead, whatever environment *happens* to be present allows for the greater survival of those traits that *happen to already* exist in those organisms that best fit the environment.

On the other hand, natural selection is not random. Natural selection is sometimes dismissed as a cold and random process, not imbued with the beauty or meaning of, say, a more spiritual explanation of creation. However, as we discussed above in the case of genes, natural selection is not random; instead it selects those traits that work best, increase survival and reproduction the most, in a particular environment. The contemporary scholar Holmes Rolston III has a creative and robust way of looking at evolution; he describes the relationship between genes/traits and their environment as a dynamic, creative, interactive, two-way communication, much more than a cold, non-spiritual process. Here is what he says in his book, *Genes, Genesis, and God* (Cambridge University Press, 1999):

ནགས་ཚལ་ཁྲོད་དུ་གོམ་བགྲོད་བྱེད་སྐབས། ཁོར་ཡུག་དེ་དག་གི་ཡུལ་མི་ཡིན་ལ་ཆ་སྙོམས་སུ་ང་ལས་གཟུགས་ཚད་ཐུང་བ་ཡོད་པ་དེ་དག་ལ་ལྟོས་ཏེ་ངོས་རང་ཁོར་ཡུག་དེ་དག་ཏུ་བགྲོད་རྒྱུར་དཀའ་ཁག་ཆེ་བ་ཡོད་པའི་ངེས་ཤེས་རྒྱུན་དུ་སྐྱེ་གི་འདུག

མཐུན་འགྲོད་དང་འབྲེལ་བའི་རང་བྱུང་འདེམས་སྒྲུག་"གི་གནད་དོན་དམིགས་བསལ་ཅན་ཞིག་ནི་ཟླ་བོ་འཚོལ་ཞིང་འཁྱུགས་པའི་བྱེད་ནུས་དེ་ཡིན། འདི་ལ་**འདོད་སྤྱོད་འདེམས་སྒྲུག**་ཟེར་བ་ཡིན། དཔེ་མཚོན་གསལ་ཤོས་རྨ་བྱ་ལྷ་བུ་སྐྱེ་ལྡན་ཉེ་རིགས་འགའ་ཞིག་གི་སྐྱེས་པའི་རིགས་རྣམས་ཟླ་བོའི་ཡིད་དབང་འགུག་རྒྱུར་དམིགས་ཏེ་ཐབས་ཤེས་ཡོད་རྒྱུ་རྩལ་སྒྲུག་བྱེད་ཀྱིན་ཡོད། དེ་ལྟར་ཐབས་ཤེས་ཐོན་པའི་སྐྱེས་པ་རྣམས་ལ་(ཟླ་མོས་)གདམ་བསལ་བྱེད་པས་སྐྱེས་པ་དེ་རྣམས་མཐུན་འགྲོད་ཟབ་པར་བརྩི་ནུང་ཡང་། ཕྱོགས་གཞན་ནས་ཁྱད་རྟགས་དེ་ཉིད་ཀྱིས་སྐྱེས་པ་དེ་ཚེར་གནོད་སྐྱོན་ཆེན་པོ་བཟོས་པའང་ཡོད། དཔེར་ན། རྨ་བྱ་ཕོ་འགའ་ཞིག་སྒྲོ་གདོངས་རིང་ལ་ལྗིད་ཆེ་བས་གོམ་པ་སྤོ་རྒྱུར་ཁག་པོ་བྱེད་ཀྱི་ཡོད། འབུ་སྲིན་ཉེ་རིགས་ཀྱི་ཕོ་འགའ་ཞིག་སྡེབ་སྦྱོར་དང་སྐྱེ་འཕེལ་བྱེད་པར་རང་གི་སྲོག་ཀྱང་(ཟླ་མོས་ཟོས་པས་)འདོར་དགོས་ཀྱི་ཡོད། ཇི་ལྟར་འདོད་སྤྱོད་དང་མཐུན་པའི་སྐྱེས་པའི་ཁྱད་རྟགས་རྣམས་གདམ་བསལ་ཐེབས་པ་དེ་བཞིན་དུ། རང་གི་ཉེ་རིགས་སུ་གཏོགས་པའི་ཟླ་བོ་འཚོལ་བར་ཞུགས་པའི་མོའི་རིགས་དེ་དག་ཀྱང་གདམ་བསལ་ཐེབས་ཀྱི་ཡོད། དེས་ན་སྐབས་འབྲེལ་གྱི་རིག་པ་ནི་འདི་ཡིན་ཏེ། རང་བྱུང་འདེམས་སྒྲུག་"གི་དམིགས་ཡུལ་གཙོ་ཆེ་བ་ནི་ཁོར་ཡུག་ངེས་ཅན་ཞིག་ཏུ་མཐུན་འགྲོད་བདེ་བའི་རིགས་རྫས་རྣམས་རྒྱུད་ཕྱི་མར་བརྒྱུད་སྤྲོད་བྱ་རྒྱུ་དེ་ཡིན་ཞིང་། དེ་ལའང་སྐབས་འགར་སློད་གཏོང་ཆེན་པོ་བྱེད་དགོས་ཀྱི་ཡོད་པ་རེད།

རང་བྱུང་འདེམས་སྒྲུག་དེ་གང་ཞིག་མིན།

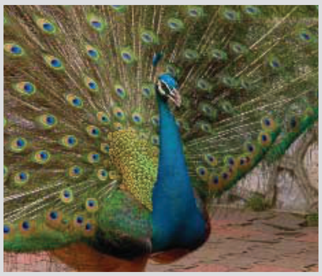
འཕེལ་འགྱུར་དང་རང་བྱུང་འདེམས་སྒྲུག་སྐོར་གྱི་གྲོས་སྟུར་ལྷ་མཐུད་དུ་རྒྱུན་སྐྱོང་མ་བྱས་པའི་གོང་དུ། འདིར་བར་མཚམས་ཤིག་བཅད་དེ། རང་བྱུང་འདེམས་སྒྲུག་དེ་གང་ཞིག་*མིན་*པའི་ཐད་བསམ་གཞིག་ཅིག་བྱ་ལ། རྣམ་དབྱེ་འདི་ནི་ཚན་རིག་དང་ལྟ་གྲུབ་ཀྱི་ཕྱོགས་མང་པོ་ཞིག་ནས་གནད་ཆེ་ཞིང་། འཕེལ་འགྱུར་གྱི་རྣམ་གཞག་རྣམས་ལ་མི་མང་བྱིངས་ནས་ཇི་ལྟར་གོ་བ་ལེན་ཕྱོགས་ཐད་ལའང་བྱེད་ནུས་འདོན་ཐུབ།

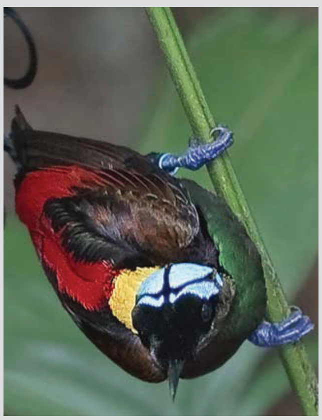
དང་པོ། གོང་དུ་ལམ་ཙམ་སྨྲས་པ་བཞིན། རང་བྱུང་འདེམས་སྒྲུག་ནི་ཆེད་དུ་བསྒྲུབ་པའི་བྱེད་རིམ་ཞིག་མིན། "འདེམས་སྒྲུག"གི་ཐ་སྙད་ཀྱང་རྒྱུན་དུ་ལུང་འདྲེན་མཚོན་རྟགས་ནང་བཅུག་སྟེ་བྲིས་པ་ནི། རང་བྱུང་འདེམས་སྒྲུག་ཡི་བྱེད་རིམ་ནང་རང་བྱུང་ཁམས་ཀྱིས་ཁྱད་རྟགས་བཟང་ཤོས་ཀྱི་སྐྱེ་ལྡན་དེ་ཚོ་བསམ་བཞིན་དུ་འདེམས་སྒྲུག་བྱེད་ཀྱི་མེད་པ་དེ་མཚོན་ཆེད་ཡིན། དེ་ལས་ལྡོག་སྟེ། གཏན་ཁེལ་ཟིན་པའི་ཁོར་ཡུག་གི་གནས་སྟངས་གང་ཡིན་དེས། འཚོ་བཞིན་པའི་སྐྱེ་ལྡན་དེ་དག་ལ་ཡོད་པའི་ཁྱད་རྟགས་གང་ཞིག་ད་ཡོད་ཁོར་ཡུག་དེར་མཐུན་འགྲོད་ཟབ་ཤོས་སུ་གྱུར་པ་དེར་མུ་མཐུད་དུ་རྒྱུན་འཁྱོངས་འཚོ་གནས་བྱེད་དུ་འཇུག་གི་ཡོད།

ཡང་ཕྱོགས་གཞན་ཞིག་ནས། རང་བྱུང་འདེམས་སྒྲུག་ནི་གོ་རིམ་མི་ལྡན་པ་ཞིག་མིན། སྐབས་འགར་རང་བྱུང་འདེམས་སྒྲུག་"གི་གོ་རིམ་དེ་ཆོས་ཉིད་མེད་པར་ཐོལ་ཐོལ་དུ་འབྱུང་ལ་སྔོ་སྣང་མི་སྤྱིན་པ་དང་། མཇོས་སྟུག་གམ་དོན་སྙིང་གང་དང་ཡང་མི་ལྡན་ཞིང་། ཚོར་སྒྱོང་གི་ཉམས་དང་མ་སྦྲེལ་བའི་བྱེད་རིམ་ཞིག་ཏུ་བལྟས་ཏེ་ཕྱིར་སྐྱུར་བྱེད་མཁན་ཡོད། འོན་ཀྱང་ང་ཚོས་གོང་དུ་རིགས་རྫས་དང་སྦྲགས་ནས་གྲོས་སྟུར་བྱས་པ་བཞིན། རང་བྱུང་འདེམས་སྒྲུག་"གི་གོ་རིམ་དེ་གོ་རིམ་མི་ལྡན་པ་ཞིག་མིན། དེ་ལས་ལྡོག་སྟེ། གོ་རིམ་དེའི་འོག་ཁོར་ཡུག་ངེས་ཅན་ཞིག་གི་ནང་མཐུན་འགྲོད་ཟབ་ཤོས་བྱེད་པའི་ཁྱད་རྟགས་ཀྱི་རིགས་བདམས་ཏེ། དེ་དག་གི་རྒྱུན་གནས་དང་སྐྱེ་འཕེལ་ཆེས་ཆེར་མཐོར་འདེགས་བྱེད་ཀྱི་ཡོད། དེང་རབས་ཀྱི་མཁས་པ་རྩོལ་ལམ་སི་རོལ་སི་ཊོན་གསུམ་པས་འཕེལ་འགྱུར་གྱི་སྙིང་རྣམ་དཔྱོད་ལྡན་ལ་བསོད་ཉམས་ཅན་གྱི་ལྟ་སྟངས་ཤིག་བཟུང་ཡོད་དེ། ཁོང་གིས་རིགས་རྫས་ཁྱད་རྟགས་དང་དེ་དག་གང་དུ་འཁོད་པའི་ཁོར་ཡུག་དབར་གྱི་འབྲེལ་བ་དེ་གསོན་ཤུགས་ལྡན་ལ་རྣམ་དཔྱོད་ཅན། ཕན་ཚུན་སྦྲེལ་ལ་གཉིས་མོལ་རང་བཞིན་ཅན་ཡིན་པ་ལས། སྔོ་སྣང་གང་ཡང་མི་སྤྱིན་ལ་ཚོར་སྒྱོང་གི་ཉམས་དང་མ་སྦྲེལ་བའི་བྱེད་རིམ་ཞིག་མིན་པར་འགྲེལ་བརྗོད་བྱས་ཡོད། དེ་ཡང་ཁོང་གིས་རང་གི་(*༡༩༩༩* ལོར་ཁེམ་བྲི་རིཇ་གཙུག་ལག་དཔར་སྐྲུན་ཁང་ནས་དཔར་དུ་བཏབ་པའི་) བརྩམས་ཆོས་"*རྗེན་རྫས། འབྱུང་ཁུངས་དང་། བྱེད་པོ*"ཞེས་པའི་ནང་འདི་ལྟར།

འདོད་སྤྱོད་འདེམས་སྒྲུག
དཔར་རིས་ཕྲེང་བ་ཞིག

རྨ་བྱ་ཕོ་(དཔར་རིས་གོང་མ)དང་དག་ཞིང་གི་བྱ་ཡིས་(དཔར་རིས་འོག་མ་)རང་རང་གི་ཟླ་བོའི་ཡིད་དབང་འགུག་རྒྱུར་དམིགས་ཏེ་ཐབས་ཤེས་ཡོད་རྒྱུ་རྩལ་སྒྲུག་བྱེད་ཀྱིན་ཡོད།





> . . .genes conserve order but also introduce novelty. Genes code a coping, and the coping is a defense of [the] values gained and dynamically transformed over time. What is conserved is what has proved valuable, tested, and transmitted intergenerationally [from one generation to the next]. In result, with exploratory variations, what is selected is promising and seminal.

ARTIFICIAL SELECTION

The basic underlying principle of Darwin's theories, selection, has actually been a driving force in human interactions with domestic plants and animals for thousands of years—long before Darwin came along to give that force a name and explanation. When humans use selection, we call it **artificial selection** because it is done in an intentional way by humans, not by nature. In fact Darwin learned a lot about selection from poor, 19th century Englishmen who had bred homing pigeons (birds used to deliver messages) for years and years. These breeders selected for pigeon traits like speed and accuracy of delivery. That is, the breeders chose the birds that did best what the humans wanted them to, and then bred only those selected pigeons. Horse racers do the same with horses, and farmers do the same with vegetables. Tibetans have for centuries intentionally selected strains of barley that taste best and grow well at the high altitudes and during the available growing season of the Himalayas.

Artificial selection can also have unintended consequences. Scientists have documented the case of the snow lotus, a plant species important in Tibetan and Chinese medicine for treating headaches, high blood pressure and menstrual problems. Traditionally, larger specimens of this relatively rare plant are collected, as bigger plants are thought to make better medicine. Over the decades, the removal of primarily larger plants by humans resulted in artificial selection for the smaller plants. That is, the bigger, and therefore usually healthier plants were removed, leaving the smaller, weaker plants.

Additionally, for medicinal reasons the large snow lotus is collected at a time in the plant's life cycle right before the seeds for the next generation are released. The result of all this was that over time mostly seeds carrying the small, weak plant traits were dispersed, so fewer and fewer large plants grew. Since the smaller plants are generally weaker, this artificial selection might eventually lead to the elimination of the snow lotus species altogether.

A key point here: the concept of selection is the same, whether natural or artificial.

“རིགས་རྫས་ཀྱིས་བབ་སྙིང་གཉེར་སྲུང་བྱེད་ལ། སྲོལ་གསར་ཡང་འདེབས་འཛུགས་བྱེད། རིགས་རྫས་ཀྱིས་བསྟུན་འགྲོས་ཀྱི་ཕྱོགས་སུ་བརྡ་སྤྲིག་གི་ལས་ལ་འཇུག དེ་ལྟའི་བསྟུན་འགྲོས་ཀྱི་གོ་རིམ་ནི་དུས་ཡུན་རིང་མོ་ཞིག་སྔོན་གསོན་ཤུགས་དང་བཅས་ཏེ་གནས་འགྱུར་འགྲོ་བཞིན་དུ་བསགས་པའི་རིན་ཐང་དག་ལ་སྲུང་སྐྱོབ་ཀྱི་རྣམ་པ་ཞིག་ཡིན། གང་གཉེར་སྲུང་བྱས་པ་དེ་ནི་རིན་ཐང་ཅན་དང་། བརྟག་བརྗོད་པ། རབས་ནས་རབས་སུ(རབས་གཅིག་ནས་རབས་ཕྱི་མར)རྒྱུན་འཁྱོངས་བྱུང་བ་དག་ཡིན། དེ་ཀུན་གྱི་མཐའ་འབྲས་སུ་གང་ཞིག་འཚོལ་ཞིབ་དང་ཚོད་ལྟའི་རང་གཞན་འགྱུར་འགྲོ་བཞིན་དུ་བདམས་ཐོན་བྱུང་བ་ནི་སོན་རྩའི་རང་བཞིན་དང་། གདེང་འཛོག་འོས་པའི་རང་བཞིན་དེ་ཡིན་ནོ།།”ཞེས་གསུངས་ཡོད།

མི་བཟོས་འདེམས་སྒྲུག

ཏར་ཝིན་གྱི་རིགས་པའི་གཞུང་ལུགས་རྣམས་ཀྱི་རྨང་གཞིར་གྱུར་པའི་རྩ་བའི་གནས་ལུགས་དེ་ནི། ལོ་རྡོ་སྟོང་ཕྲག་དུ་མའི་རིང་མི་རྣམས་ཀྱིས་ཁྱིམ་གསོས་སྲོག་ཆགས་དང་འདེབས་གསོས་རྩི་ཤིང་དག་དང་ལྷན་དུ་འབྲེལ་འདྲིས་བྱས་པར་བརྒོལ་བའི་སྐྱུལ་ཤུགས་ཀྱི་ནུས་པ་ཞིག་ཡིན། དེ་ནི་ཏར་ཝིན་གྱིས་སྐྱུལ་ཤུགས་ནུས་པ་དེར་མིང་འདོགས་དང་འགྲེལ་བཤད་མ་བྱས་གོང་དུ་དུས་ཡུན་རིང་མོ་ཞིག་ནས་གྲུབ་གྲུབ་པ་ཞིག་ཡིན། གནས་ལུགས་དེར་ད་ཆ་ང་ཚོས་**མི་བཟོས་འདེམས་སྒྲུག**ཅེས་བརྗོད་ལ། དེའི་རྒྱུ་མཚན་ནི། འདེམས་སྒྲུག་བྱེད་ཚུལ་འདི་རང་བྱུང་ཁམས་སུ་རང་དགར་འགྱུར་བ་ཞིག་མིན་པར། མིའི་ཐབས་ཀྱིས་ཆེད་དུ་སྒྲུབ་པ་ཞིག་ཡིན་པའི་དབང་གིས་ཡིན། དོན་དངོས་སུའང་ཏར་ཝིན་གྱིས་རང་བྱུང་འདེམས་སྒྲུག་སྐོར་གྱི་གནས་ཚུལ་མང་པོ་ཞིག་དུས་རབས་༡༩ ནང་དབྱིན་ཇིའི་མི་སེར་དབུལ་པོ་རྣམས་ཀྱི་དྲུང་ནས་ཤེས་པ་ཞིག་ཡིན་ཏེ། མི་སེར་དེ་དག་ལོ་རྡོ་མང་པོའི་རིང་རང་ཁྱིམ་དུ་ཕྱིར་ལོག་བྱེད་ཤེས་པའི་ཕུག་རོན(ལན་འཁྱིན་བསྐྱལ་བར་བརྒོལ་བའི་འདབ་བྱའི་རིགས)གསོ་སྐྱོང་བྱེད་མཁན་ཡིན། གསོ་སྐྱོང་མཁན་དེ་དག་གིས་མགྱོགས་ཚད་དང་ལན་འཁྱིན་མ་འཛུལ་པར་བསྐྱལ་བའི་ཁྱད་རྟགས་ལྡན་པའི་ཕུག་རོན་རྣམས་ཆེད་དུ་བདམས་ཀྱི་ཡོད། དེ་ནི་མིའི་འདོད་པ་ལྟར་གྱི་ལས་དོན་ཡག་ཤོས་སྒྲུབ་མཁན་གྱི་ཕུག་རོན་དེ་དག་བདམས་ནས། དེའི་རིགས་ཀྱི་འདབ་ཆགས་ཕོ་མོ་གསོ་སྐྱོང་བྱས་པ་རེད། དེ་བཞིན་དུ་རྟ་རྒྱུག་གཏོང་མཁན་ཚོས་ཀྱང་རྟ་ལ་བྱེད་ཐབས་དེ་མཚུངས་སྤྱད་ལ། ཞིང་པས་ཀྱང་སྤོ་ཚལ་ལ་དེ་བཞིན་དུ་སྤྱད་ཡོད། བོད་མི་ཚོས་ཀྱང་ལོ་རྡོ་བརྒྱ་ཕྲག་མང་པོའི་རིང་ཧི་མ་ལ་ཡའི་རི་རྒྱུད་ཁྲོན་ལ་ས་ཞིང་འདེབས་ལས་ཀྱི་ནམ་དུས་སྐབས་སྐྱེ་འཚར་ལེགས་ཤིང་རོ་བྲོ་བཟང་ཤོས་ཀྱི་ནས་འབྲུའི་རིགས་ཆེད་དུ་བསམ་བཞིན་དུ་འདེམས་སྒྲུག་བྱས་ཡོད།

མིའི་ཐབས་ཀྱིས་སྤྱད་པའི་འདེམས་སྒྲུག་གི་གོ་རིམ་དག་ལས་ཆེད་དུ་མ་བསམས་པའི་མཇུག་འབྲས་ཀྱང་བྱུང་ཚོག ཚན་རིག་པ་ཚོས་གངས་ཀྱི་པདྨའི་སྐོར་གྱི་གནས་ཚུལ་མཐོ་བསྡུ་ཕྱོགས་སྒྲིག་བྱས་ཡོད་ལ། གངས་ཀྱི་པདྨ་ནི་བོད་དང་རྒྱ་མིའི་སྨན་གཞུང་ནང་མགོ་ནད་དང་། ཁྲག་ཤད་རྒྱས་པའི་ནད་གཞི། བུད་མེད་ཀྱི་ཟླ་མཚན་འཛག་ནད་བཅས་ཀྱི་བཅོས་ཐབས་ལ་སྤྱད་པའི་རྩི་ཤིང་གི་ཉེ་རིགས་གནད་ཆེ་བ་ཞིག་ཡིན། ལྡོས་བཅས་ཀྱིས་འཐོབ་དཀོན་པའི་རྩི་ཤིང་འདིའི་ཁོངས་ནས་སྨན་རྒྱུ་བཟང་བའི་རྒྱུ་མཚན་དྲངས་ཏེ་རྒྱུན་དུ་རྩི་ཤིང་ཆེ་བའི་རིགས་རྣམས་འཐུ་སྡུད་བྱེད་སྲོལ་ཡོད། མི་ཚོས་བསྟུད་མར་རྩི་ཤིང་ཆེ་བ་རྣམས་ཆེད་དུ་བཏུས་པའི་རྗེས་འབྲས་སུ་ལོ་རྡོ་བཅུ་ཕྲག་ཁ་ཤས་སོང་རྗེས་རྩི་ཤིང་ཆུང་བའི་རིགས་ལ་མིའི་ཐབས་ཀྱིས་འདེམས་སྒྲུག་ཐེབས་ཡོད་པ་རེད། དེ་ནི་རྩི་ཤིང་ཆེ་བ་དང་། དེའི་དབང་གིས་རྩི་ཤིང་བདེ་ཐང་ཆེ་བ་རྣམས་འཕྲུ་འཐོག་སྔ་མཐུད་དུ་བྱས་པའི་ཤུལ་དུ་རྩི་ཤིང་ཆུང་བ་དང་ཞན་པའི་རིགས་ཙམ་ལྷག་མར་ལུས་པ་དེ་ཡིན།

དེར་མ་ཟད། སྨན་རྫས་ཀྱི་དགེ་མཚན་ལ་གཞིགས་ཏེ་རྩི་ཤིང་གི་འཚོ་བའི་རྒྱུད་རིམ་ཁྲིད་རབས་ཕྱི་མ་སྐྱེད་པའི་སོན་འབྲུ་མ་ཐོན་གོང་ཙམ་ནས་གངས་ཀྱི་པདྨ་ཆེ་གྲས་རྣམས་མི་ཚོས་འཐོག་གི་ཡོད། བྱེད་ཐབས་འདི་དག་གི་མཇུག་འབྲས་ནི། དུས་རིམ་གྱིས་སོང་བ་ན་རྩི་ཤིང་ཆུང་བ་དང་ཞན་པའི་ཁྱད་རྟགས་འཆང་བའི་སོན་འབྲུའི་འགྲམ་ཚད་ཇེ་མཐོར་སོང་བའི་རྐྱེན་གྱིས། རྩི་ཤིང་ཆེ་བའི་རིགས་ཀྱི་སྐྱེ་འཚར་ཇེ་ཉུང་དུ་འགྱུར་ངེས་ཡིན། དེར་མ་ཟད་རྩི་ཤིང་ཆུང་བའི་རིགས་རྣམས་སྦྱིར་བཏང་སྐྱེ་སྟོབས་ཀྱང་ཞན་པ་ཡིན། འདི་ལྟར་མིའི་ཐབས་ཀྱིས་འདེམས་སྒྲུག་བསྟུད་མར་བྱས་པའི་དབང་གིས་མཐའ་མ་གངས་ཀྱི་པདྨའི་ཉེ་རིགས་ཡོངས་རྫོགས་རྩ་སྟོངས་སུ་འགྱུར་ཉེན་ཡོད་པ་རེད།

འདིར་རྩ་བའི་གནད་འགག་ནི་འདི་ལྟར་ཏེ། རང་བྱུང་གིས་བྱུང་ཡང་རུང་། མིའི་ཐབས་ཀྱིས་བསྒྲུབས་ཀྱང་རུང་། འདེམས་སྒྲུག་གི་གནད་དོན་ནི་གཅིག་མཚུངས་རེད།

COEVOLUTION

As in the case we just discussed, the lives and lifestyles of two or more species are often tightly connected to each other. Think of species that benefit each other or that eat each other or, as in the antibiotic case above, consider cases where one species makes the other sick.

Our guts are filled with *E. coli* bacteria that benefit us by helping digest our food; in return we provide an environment for the bacteria to live and reproduce. So, it isn't too hard to imagine that humans and our gut bacteria have **co-evolved** (and are still co-evolving) so that the traits of one species evolve to 'match' the traits of the other in a way that maximize the fitness of each other. Make sense? This is called **co-evolution**, because each species' evolution involves the other.

Other bacteria, including different types of *E. coli* and bacteria that cause tuberculosis or pneumonia we mentioned above, make us sick. Our immune systems, the cells and organs devoted to fighting foreign substances that invade our bodies, evolve to fight the bacteria. Usually, our immune systems, even without antibiotics, can fight off bacterial infection. But at the same time our immune systems evolve, the invading bacteria are evolving to evade our immune systems and to evade the antibiotics we treat ourselves with. This is another kind of co-evolution.

YOUR TURN: CO-EVOLUTION

Co-evolution occurs between plants and animals and between different species of animals and can occur among a number of species at once. Do you know of or can you hypothesize any such situations? How would you test to see if the species you are thinking of are indeed co-evolving?

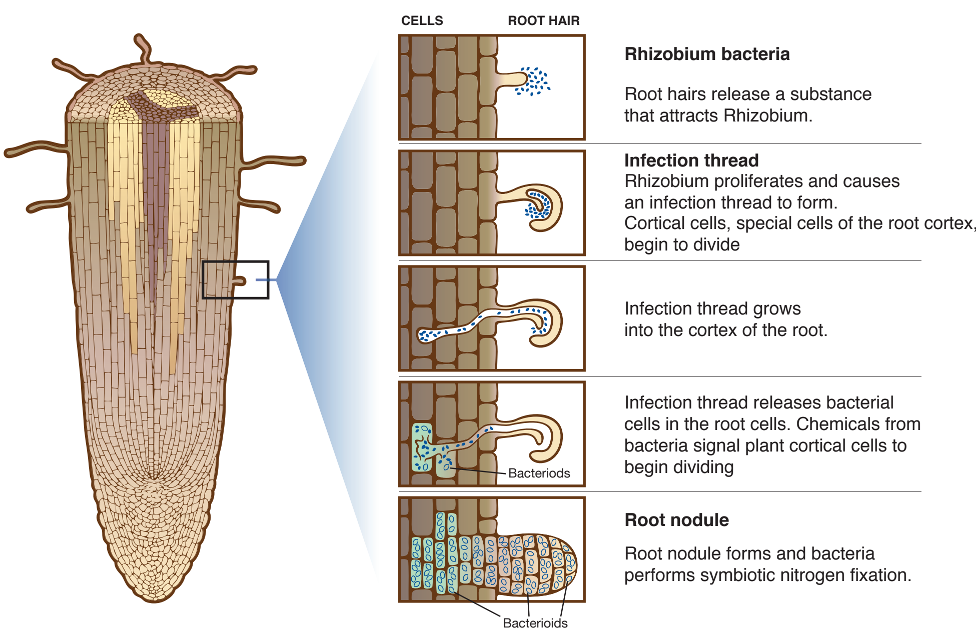


Figure 23: Symbiosis of rhizobium bacteria with legumes. Roots of the legume release a substance that attracts Rhizobium bacteria, which enters the cells around the root. Chemicals from the bacteria signal the plant cells to begin dividing; the bacteria performs nitrogen fixation.

ཁྱོད་ཀྱི་རིས་མོས།

བྱུང་འབྲེལ་འཕེལ་འགྱུར།

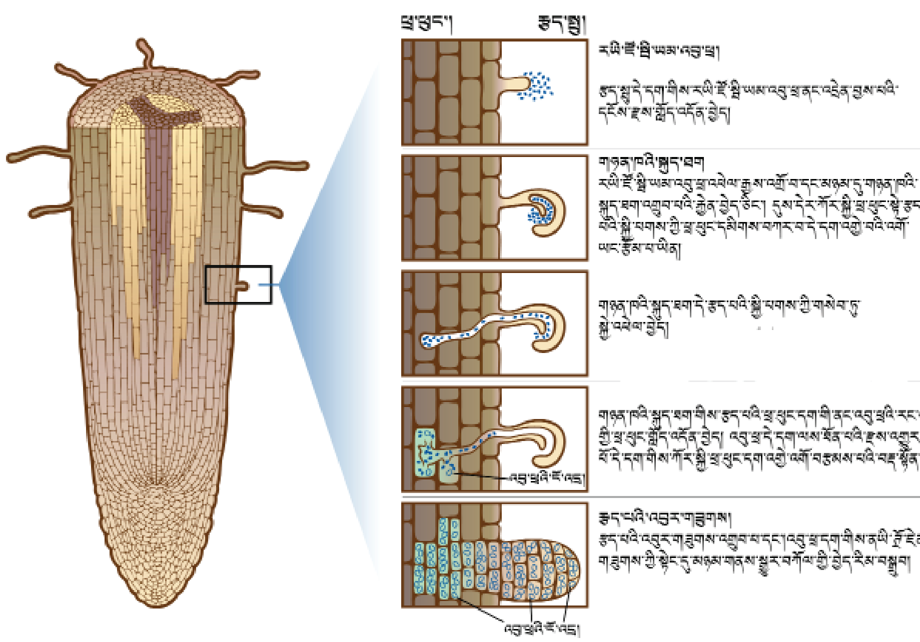
བྱུང་འབྲེལ་འཕེལ་འགྱུར་ནི་རྩི་ཤིང་དང་སེམས་ཅན་དབར་དང་། ཡང་ན་སེམས་ཅན་གྱི་ཉེ་རིགས་མི་འདྲ་བ་ཕན་ཚུན་དབར་འབྱུང་བས། སྐྱེ་ལྡན་ཉེ་རིགས་དུ་མའི་དབར་དུས་གཅིག་ཏུ་བྱུང་ཚོགས་པ་ཞིག་ཡིན། ཁྱོད་ཀྱིས་གོང་གསལ་གནས་སྟངས་དེ་འདྲ་ཤེས་ཀྱི་ཡོད་དམ། ཡང་ན། ཁྱོད་ཀྱིས་གནས་སྟངས་དེ་འདྲ་ཞིག་ཚོད་རྩིས་རྒྱག་ཐུབ་བམ། ཁྱོད་ཀྱིས་རང་གི་བསམ་བློར་ཤར་བའི་སྐྱེ་ལྡན་དེ་དག་དོན་དངོས་སུ་བྱུང་འབྲེལ་འཕེལ་འགྱུར་བྱེད་མིན་གྱི་དངོས་བཤེར་བརྟག་དཔྱད་ཇི་ལྟར་བྱའམ།

བྱུང་འབྲེལ་འཕེལ་འགྱུར།

འདིའི་གོང་ཙམ་དུ་གྲོས་སྡུར་བྱས་པའི་མཚན་གཞིའི་སྟེང་ནས་གསལ་བ་བཞིན། སྐྱེ་ལྡན་ཉེ་རིགས་གཉིས་སམ་དེ་ལས་མང་བ་དག་གི་ཚེ་སྲོག་དང་འཚོ་བ་རོལ་སྟངས་རྣམས་ཕན་ཚུན་གཅིག་གིས་གཅིག་ལ་ཧ་ཅང་འབྲེལ་བ་དམ་པོས་བཅིངས་ནས་ཡོད། སྐབས་འདིར། ཕན་ཚུན་རམ་འདེགས་བྱེད་པའི་སྐྱེ་ལྡན་ཉེ་རིགས་གཉིས་ཀྱི་སྐོར་རམ། ཡང་ན། ཕན་ཚུན་གཞན་ཆས་སུ་སྤྱོད་པའི་སྐྱེ་ལྡན་ཉེ་རིགས་གཉིས་ཀྱི་སྐོར། ཡང་ན་སྔར་གཞན་འཛོམས་སྨན་གླིང་བའི་སྐབས་བཞིན། སྐྱེ་ལྡན་ཉེ་རིགས་གཅིག་གིས་ཉེ་རིགས་གཞན་གྱི་ལུས་ནང་ནད་གཞི་སློང་ཚུལ་སྐོར་ལ་ཁྱོད་ཀྱིས་བསམ་བློ་ཐོངས་དང་།

ང་ཚོའི་རྒྱུ་མའི་ནང་ཨི་ཀོ་ལི་(རིགས་ཀྱི་)འབུ་ཕྲ་ཡིས་ཁེངས་ནས་ཡོད་ཅིང་། འབུ་ཕྲ་འདི་ཚོས་ང་ཚོར་ཟས་འཇུ་བར་རམ་འདེགས་བྱེད་ཀྱི་ཡོད། དེའི་ལན་དུ་ང་ཚོས་འབུ་ཕྲ་དེ་དག་གི་འཚོ་གནས་དང་སྐྱེ་འཕེལ་ལ་མཁོ་བའི་ཁོར་ཡུག་སྐྲུན་གྱི་ཡོད། དེས་ན་མི་དང་མིའི་རྒྱུ་མའི་ནང་གི་འབུ་ཕྲ་དེ་གཉིས་ཕན་ཚུན་**བྱུང་འབྲེལ་གྲོས་འཕེལ་འགྱུར་**སྡུར་བྱས་ཤིང་(ད་དུང་བྱེད་བཞིན་ཡོད)། དེ་ལ་བརྟེན་ནས་སྐྱེ་ལྡན་ཉེ་རིགས་དེ་གཉིས་པོ་སོ་སོའི་ཁྱད་རྟགས་ཕན་ཚུན་སྙོམ་སྒྲིག་བྱེད་རེས་ཀྱིས་འཕེལ་འགྱུར་བྱུང་བ་བརྒྱུད། སྐྱེ་ལྡན་ཕན་ཚུན་གྱི་མཐུན་འགྲོད་ཆེས་ཇེ་མཐོར་འདེགས་སྐྱོར་བྱེད་ཚུལ་སྐོར་བསམ་བློ་འཁོར་རྒྱུ་དེ་ཙམ་དཀའ་པོ་མིན། འདི་ལ་གོ་རྒྱུ་ཞིག་འདུག་གམ། གོ་རིམ་འདི་ལ་**བྱུང་འབྲེལ་འཕེལ་འགྱུར་**ཟེར་བ་རེད། གང་ལགས་ཤེ་ན། སྐྱེ་ལྡན་ཉེ་རིགས་གཅིག་གི་འཕེལ་འགྱུར་དེ་ཉེ་རིགས་གཞན་གྱི་འཕེལ་འགྱུར་དང་བྱུང་འབྲེལ་སློས་བྱུང་བས་ཡིན།

ཡང་ཨི་ཀོ་ལི་ཡི་འབུ་ཕྲའི་རིགས་འགའ་ཞིག་དང་གོང་དུ་གླེང་བའི་གློ་ནད་ཀེ་བེ་འམ། ཡང་ན་གློ་ཚད་ནད་གཞི་སློང་བའི་འབུ་ཕྲ་ཐེ་བའི་འབུ་ཕྲ་གཞན་དག་གིས་ང་ཚོ་ནད་པ་བཟོ་གིན་ཡོད། ང་ཚོའི་ལུས་པོར་ཚུར་རྒོལ་བྱེད་པའི་རྒྱུས་མེད་དངོས་རྫས་དག་ལ་ཕར་རྒོལ་བའི་ཕྲ་ཕུང་དང་དབང་པོ་དུ་མ་ལས་གྲུབ་པའི་ནད་འགོག་མ་ལག་རྣམས་ཀྱང་འབུ་ཕྲ་དེ་རིགས་ལ་འགོག་རྒོལ་བྱེད་པའི་ཕྱོགས་སུ་འཕེལ་འགྱུར་འགྲོ་གི་ཡོད། རྒྱུན་དུ་ང་ཚོའི་རྒྱུད་ཀྱི་ནད་འགོག་མ་ལག་གིས་གཉན་འཛོམས་སྨན་མེད་པར་ཡང་འབུ་ཕྲས་བསྐྱེད་པའི་གཉན་ཁ་དག་ལ་གདོང་ལེན་ཕར་རྒོལ་བྱེད་ཐུབ། འོན་ཀྱང་ང་ཚོའི་ནད་འགོག་མ་ལག་འཕེལ་འགྱུར་འགྲོ་བ་དང་མཉམ་དུ། ཚུར་རྒོལ་བྱེད་པའི་འབུ་ཕྲ་དག་ཀྱང་ང་ཚོའི་ནད་འགོག་མ་ལག་དང་། ང་ཚོས་བསྟེན་པའི་གཉན་འཛོམས་སྨན་གཡོལ་ཐབས་ཀྱི་ཕྱོགས་སུ་འཕེལ་འགྱུར་ཇེ་ཟབ་ཏུ་འགྲོ་བཞིན་ཡོད། འདི་ནི་བྱུང་འབྲེལ་འཕེལ་འགྱུར་གྱི་རྣམ་པ་གཞན་ཞིག་རེད།



དཔེ་རིས། ༡༧ གང་བུ་ཅན་གྱི་རྩི་ཤིང་ངམ་ལེ་གུམ་ཁྲིམ་དུ་གཏོགས་པའི་རྩི་ཤིང་གི་རིགས་དང་ལྷན་དུ་རཕི་ཛོ་སྦྲི་ཡམ་འབུ་ཕྲའི་མཉམ་གནས། ལེ་གུམ་ཁྲིམ་གྱི་རྩི་ཤིང་གི་རྩད་པས་རཕི་ཛོ་སྦྲི་ཡམ་འབུ་ཕྲ་ནང་འགུག་བྱེད་པའི་དངོས་རྫས་གློད་འདོན་བྱེད་ལ། འབུ་ཕྲ་དེས་རྩད་པ་དེའི་མཐའ་འཁོར་གྱི་ཕྲ་ཕུང་གི་ལུས་ནང་ཞུགས། འབུ་ཕྲ་དེ་ལས་ཐོན་པའི་རྫས་འགྱུར་དངོས་པོས་རྩི་ཤིང་ཕྲ་ཕུང་འགྱེ་འགོ་བརྩམས་པའི་བརྡ་སྟོན་བྱེད། འབུ་ཕྲས་ནཡི་ཊྲོ་ཇེན་ནླངས་གཟུགས་སྒྱུར་བཀོལ་གྱི་བྱེད་རིམ་སྒྲུབ།

A good example of co-evolution on the Tibetan plateau occurs between legume plants and rhizobium bacteria. Such relationships in which two species rely on each other for optimal survival are described as **symbiotic**; two species have a **mutualistic** symbiotic relationship when they live closely together and each benefits from the other. In the case of legumes and rhizobium, their relationship is especially important to us and much of life as we know it (see Figure 23).

We and all other organisms require nitrogen, a chemical element needed to make two types of molecules, proteins and nucleic acids (DNA and RNA), without which we cannot live. While a lot of nitrogen exists in the atmosphere, we are unable to access, or 'fix' it; however, bacteria like rhizobium *are* able to fix the nitrogen. They can only do this when in a symbiotic relationship with certain plants. Once these bacteria fix the nitrogen, it is then accessible and useful to the plants (which can use it to make their own proteins and nucleic acids) and then, when we and other species eat those plants or other species who eat those plants, we are able to get the nitrogen we need to live (Figure 24). This is the only way humans can get the nitrogen we need, so in a way we are in a symbiotic relationship with the rhizobium and legumes also!

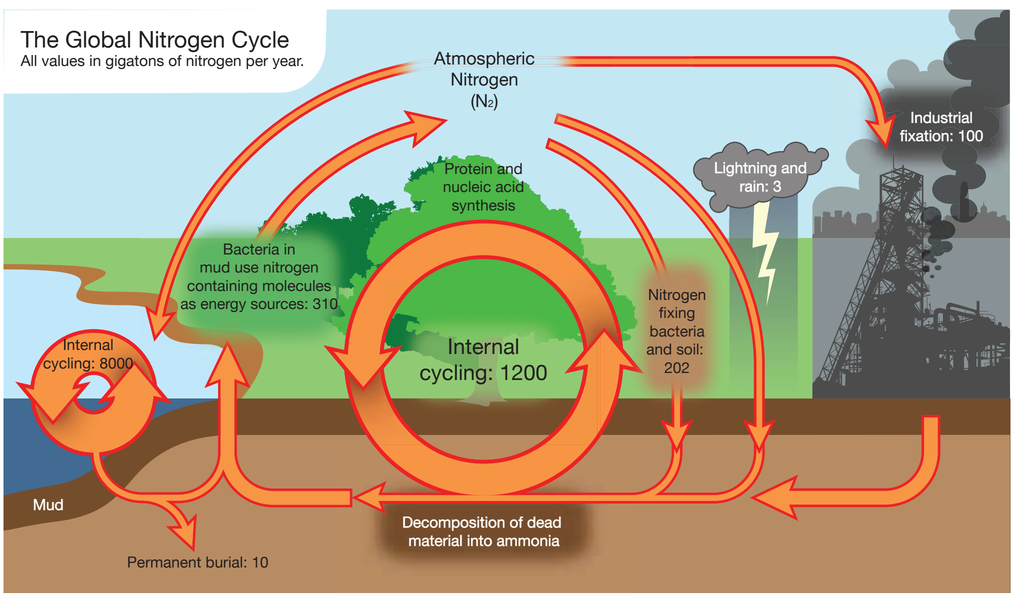
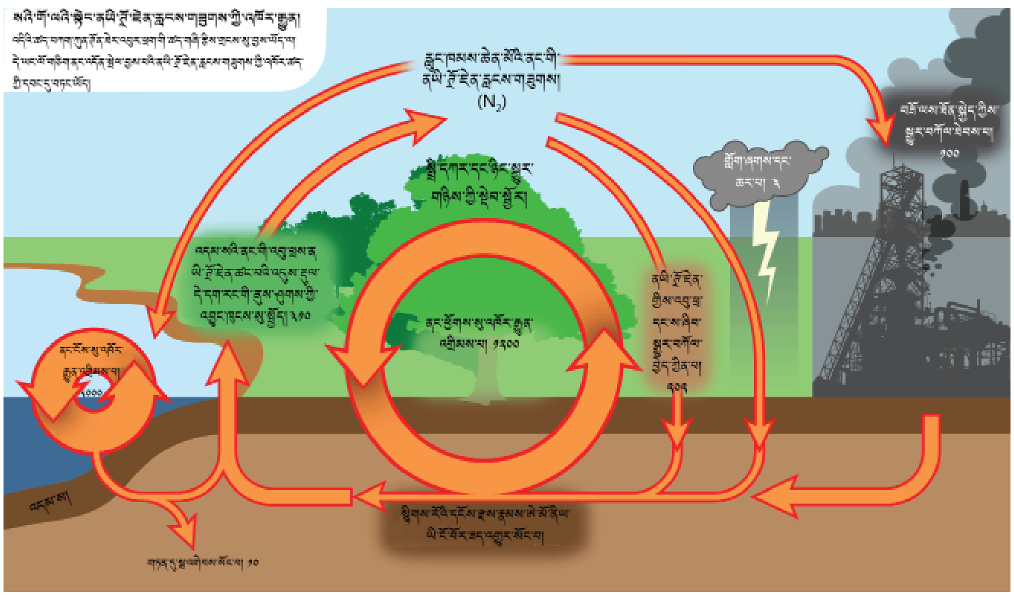


Figure 24: The Nitrogen cycle. Nitrogen, which is fixed by bacteria in the soil, is required for human life. Without the Nitrogen cycle, life as we know it would perish.

Particular species of bacteria can only be in symbiotic relationships with particular plants, and, not surprisingly, the specific plant and specific bacterium involved in these relationships co-evolve. This is what the scientists found with specific legumes and specific rhizobia in Tibet. Rhizobia that had coevolved with legumes on the Tibetan plateau, can form symbiotic relationships only with legumes from the Tibetan plateau.

བྱུང་འབྲེལ་འཕེལ་འགྱུར་གྱི་དཔེ་མཚོན་ལེགས་པོ་ཞིག་བོད་ཀྱི་མཐོ་སྒང་སྟེང་དུ་ཆགས་པའི་གང་བུ་ཅན་གྱི་རྩི་ཤིང་དང་རལ་ཡིའི་ཇོ་སྲི་ཡམ་འབུ་ཕྲའི་དབར་མཐོང་རྒྱུ་ཡོད། སྐྱེ་ལྡན་གཉིས་ག་འཚུས་ཚང་སྒོས་རྒྱུན་གནས་བྱེད་པར་ཕན་པའི་སྐྱེ་ལྡན་རིགས་གཉིས་དབར་གྱི་ཕན་ཚུན་གཅིག་ལ་གཅིག་བརྟེན་གྱི་འབྲེལ་བ་དེ་ལ་མཉམ་གནས་ཀྱི་འབྲེལ་བ་ཟེར་བ་ཡིན། སྐྱེ་ལྡན་འདི་རིགས་གཉིས་ཏ་ཙང་འདབས་ཆགས་སུ་གནས་པའི་སྟེང་། ཕན་རྒྱུན་གཅིག་གིས་གཅིག་ལ་རམ་འདེགས་བྱེད་བཞིན་དུ་འཚོ་གནས་བྱེད་པ་དག་ནི་ཕན་ཚུན་མཉམ་གནས་ཀྱི་འབྲེལ་བས་བཅིངས་པར་ངོས་འཛིན་བྱེད། ལེ་ཀྲུམ་ཁྲིམ་གྱི་རྩི་ཤིང་དང་རལ་ཡིའི་ཇོ་སྲི་ཡམ་འབུ་ཕྲ་གཉིས་ལ་ཆ་མཚོན་ན། དེ་ཚོའི་འབྲེལ་བ་དེ་མིའི་འགྲོ་བ་དང་། གཞན་ཡང་ང་ཚོས་ངོས་ཟིན་པའི་ཚེ་སྲོག་གི་རྣམ་པ་ཕལ་མོ་ཆེར་ཏ་ཙང་གལ་གནད་ཆེན་པོ་ཡོད། (དཔེ་རིས། ༡༧)

མི་དང་སྐྱེ་ལྡན་གཞན་ཐམས་ཅད་ལ་ནའི་ཊོ་ཛེན་ངེས་པར་དགོས་པ་ཡིན། དེ་ཡང་ནའི་ཊོ་ཛེན་ནི་རྫས་འགྱུར་རང་བཞིན་གྱི་རྩ་རྡུལ་ཞིག་ཡིན་ཞིང་། རྩ་རྡུལ་དེ་སྤྲི་རྫས་དང་ཉིང་སྐྱུར་(ཊི་ཨེན་ཨེ་དང་ཨར་ཨེན་ཨེ་)གྱི་འདུས་རྡུལ་རིགས་གཉིས་པོ་བཟོ་སྐྲུན་བྱེད་པར་ངེས་པར་མཁོ་བ་ཡིན་ལ། འདུས་རྡུལ་རིགས་གཉིས་པོ་དེ་མེད་པར་སྐྱེ་ལྡན་གང་ཡང་འཚོ་གནས་བྱེད་མི་ཐུབ། ཀླུང་ཁམས་ཆེན་མོའི་ནང་ནའི་ཊོ་ཛེན་རླངས་གཟུགས་ཕོན་ཆེ་ཡོད་ཟེར་ཡང་། དེ་ང་ཚོས་ཐད་ཀར་བཀོལ་སྤྱོད་དུ་འབྱིན་ཐུབ་ཀྱི་མེད། ཚུལ་གཞན་དུ་བརྗོད་ན། དེ་ང་ཚོས་སྒྱུར་བཀོལ་བྱེད་ཐུབ་ཀྱི་མེད། འོན་ཀྱང་རལ་ཡིའི་ཇོ་སྲི་ཡམ་ལྟ་བུའི་འབུ་ཕྲས་ནའི་ཊོ་ཛེན་སྒྱུར་བཀོལ་བྱེད་ཐུབ། དེ་ཡང་རྩི་ཤིང་གི་རིགས་ཁ་ཤས་དང་ལྷན་དུ་མཉམ་གནས་ཀྱི་འབྲེལ་བར་རོལ་བའི་གོ་རིམ་ཁོ་ནའི་ནོག་འབུ་ཕྲ་དེས་དེ་ལྟར་བྱེད་ཐུབ་ཀྱི་ཡོད་པ་རེད། འབུ་ཕྲ་དེས་ནའི་ཊོ་ཛེན་སྒྱུར་བཀོལ་བྱས་ཙ་ན་དེ་ཉིད་བཀོལ་སྤྱོད་ཏུང་བར་འགྱུར་བས་རྩི་ཤིང་གིས་སྤྱོད་སྤོར་བསྟེན་ནུས་(དེ་དག་གིས་རང་ཁུངས་ཀྱི་སྤྲི་དཀར་དང་ཉིང་སྐྱུར་བཟོ་སྐྲུན་བྱེད་པར་བདེ་སྤྱོད་བྱེད་)ལ། དེ་རྗེས་མི་དང་སྐྱེ་ལྡན་གཞན་དག་གིས་རྩི་ཤིང་དེ་དག་ཟོས་པ་ན་རང་རང་འཚོ་གནས་བྱེད་པར་མཁོ་བའི་ནའི་ཊོ་ཛེན་གྱི་རྫས་ཆ་འཐོབ་ཐུབ་ཀྱི་ཡོད། ཡང་ན། རྩི་ཤིང་དེ་དག་སྐྱེ་ལྡན་གཞན་དག་སུས་ཟོས་ཀྱང་། དེར་རང་ཉིད་འཚོ་གནས་བྱེད་པར་མཁོ་བའི་ནའི་ཊོ་ཛེན་གྱི་རྫས་འཐོབ་ཀྱི་ཡོད། (དཔེ་རིས། ༡༨) མི་རྣམས་ལ་རང་ལ་དགོས་པའི་ནའི་ཊོ་ཛེན་འཐོབ་པའི་ཐབས་ལམ་འདི་ཁོ་ན་ལས་གཞན་མེད་པས། ཕྱོགས་ཤིག་ནས་བལྟས་ན་ང་ཚོ་ཡང་རལ་ཡིའི་ཇོ་སྲི་ཡམ་དང་ལེ་ཀྲུམ་རྩི་ཤིང་དག་དང་ལྷན་དུ་མཉམ་གནས་ཀྱི་འབྲེལ་བར་ཞུགས་ཡོད།



དཔེ་རིས། ༡༨ ནའི་ཊོ་ཛེན་རླངས་གཟུགས་ཀྱི་འཁོར་རྒྱུན། ས་རྒྱུའི་ནང་གནས་པའི་འབུ་ཕྲས་སྒྱུར་བཀོལ་བྱས་པའི་ནའི་ཊོ་ཛེན་དེ་མིའི་འཚོ་བར་མེད་ཐབས་མེད་པ་ཡིན། དེ་བས་ན་ནའི་ཊོ་ཛེན་གྱི་འཁོར་རྒྱུན་དེ་མེད་ན་ང་ཚོས་ཤེས་གསལ་ལྟར་གྱི་ཚེ་སྲོག་འདི་ཀུན་ཙ་སྟོང་དུ་འགྱུར་ངེས་ཡིན།

འབུ་ཕྲའི་རིགས་བྱེ་བྲག་པ་ཞིག་རྩི་ཤིང་གི་རིགས་བྱེ་བྲག་པ་ཁོན་དང་མཉམ་གནས་ཀྱི་འབྲེལ་བར་རོལ་ལ། དེ་ལྟར་ན་དེ་འདྲའི་འབྲེལ་བས་བཅིངས་པའི་རྩི་ཤིང་གི་རིགས་ངེས་ཅན་དང་འབུ་ཕྲའི་རིགས་ངེས་ཅན་དེ་དག་ལྷན་ཅིག་ཏུ་བྱུང་འབྲེལ་རིམ་འགྱུར་བརྒྱུད་པ་ནི་དེ་ཙམ་ངོ་མཚར་ཆེ་བ་ཞིག་མིན། གནས་ལུགས་དེ་ཉིད་ཚན་རིག་པ་དག་གིས་བོད་ཀྱི་ལེ་ཀྲུམ་རྩི་ཤིང་གྱི་རིགས་ངེས་ཅན་དང་རལ་ཡིའི་ཇོ་སྲི་ཡམ་གྱི་རིགས་ངེས་ཅན་གྱི་ཁྲོད་དུ་རྙེད་ཡོད། བོད་ཀྱི་མཐོ་སྒང་སྟེང་གི་ལེ་ཀྲུམ་རྩི་ཤིང་དེ་དག་དང་ལྷན་དུ་བྱུང་འབྲེལ་རིམ་འགྱུར་བྱས་མྱོང་བའི་རལ་ཡིའི་ཇོ་སྲི་ཡམ་འབུ་ཕྲའི་རིགས་དེ་དག་བོད་ཀྱི་མཐོ་སྒང་སྟེང་གི་ལེ་ཀྲུམ་གྱི་རིགས་ཁོན་དང་ལྷན་དུ་མཉམ་གནས་ཀྱི་འབྲེལ་བ་བསྟེན་ནུས་པ་ཡིན།

These data support the central concept of co-evolution: the two species evolved together to survive and succeed specifically in the unique environment of Tibet. Since the two species were also benefiting each other, the evolution of each was important to the evolution of the other, and thus, they co-evolved.

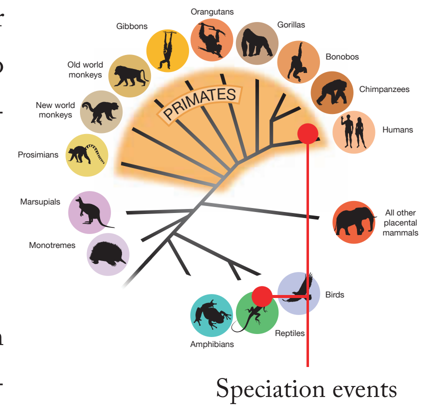


Figure 25: Phylogeny showing speciation, denoted by a split in one of the branches of the tree.

MICRO- VS. MACROEVOLUTION

So far, we have concentrated mostly on **microevolution**, which refers to change with time *within* a species. But, what about ***macro*evolution**, the evolution of whole new species? Remember the type of figure at the right (Figure 25), the family tree we discussed earlier in this book? The question now is how do you get new species, new branches of the trees?

Well, we can begin to see how macroevolution works by looking carefully at some of the microevolution examples we discussed. The basic processes that drive microevolution—mutation, gene flow, natural selection— also drive microevolution. Macroevolution is really just an extension of microevolution.

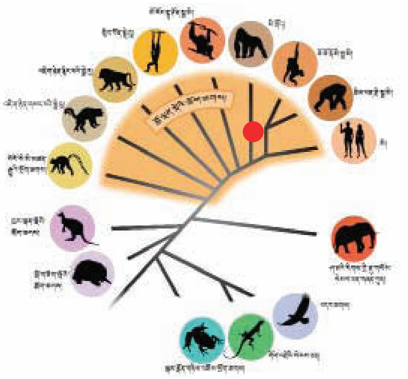
When some organisms of a species become geographically isolated from others of their species, they become more and more different, adapting to distinct environments, until the point that if the organisms somehow come together again, they now can no longer reproduce. They now constitute two new species. We see this with the legumes and rhizobia of the Tibetan plateau we just discussed. Prior to the collision of India and Asia, when there was no Tibetan plateau, these two species reproduced with and were of the same species as other legumes and rhizobia in India and Asia. But then came the collision, and suddenly (speaking in evolutionary terms) these species were in a much different, much higher, much colder environment than their brother and sister organisms. So they had to change, and eventually they changed so much that they became new species; legumes from the plateau could not reproduce with legumes from the lowlands. This process is called **speciation** (Figure 25), and it is represented by a split in the family tree.

> YOUR TURN:
> CREATE A NEW SPECIES
>
> Design a thought experiment to see if you could create a new species. What would drive the creation of this new species? What would it look like? What would its native environment be? Describe your species in detail and come up with a name for it.

Interestingly, in this particular case, as we discussed, Tibetan legumes also co-evolved so that they could only form symbiotic relationships with *Tibetan* rhizobia (the rhizobia also formed a new species). This process is termed **co-speciation**.

There are at least two big challenges to fully understanding macroevolution. It is difficult at first to translate the idea of subtle speciation, say from one type of legume to another, into the broad idea of speciation across the tree of life from, say, bacteria to humans, or plants to mammals. However, we can see that if we move in time from one branch of

གྲངས་ཐོ་འདི་དག་གིས་ཟུང་འབྲེལ་འཕེལ་འགྱུར་གྱི་རིག་པའི་སྟོབས་ཚིག་སྙིང་པོ་དེར་རྒྱབ་གཉེན་བྱེད་དེ། གོང་གསལ་སྐྱེ་ལྡན་ཉེ་རིགས་གཉིས་པོ་དེ་དམིགས་བཀར་གྱིས་བོད་ཀྱི་ཐུན་མོང་མིན་པའི་ཁོར་ཡུག་ནང་ལྷན་ཅིག་འཕེལ་འགྱུར་བྱེད་པ་བརྒྱུད་འཚོས་ཤིང་དར་འཕེལ་བྱུང་བ་དང་། སྐྱེ་ལྡན་དེ་གཉིས་ཕན་ཚུན་གཅིག་གིས་གཅིག་ལ་ཕན་གྲོགས་བྱེད་བཞིན་དུ་འཚོས་པས། གཅིག་ཤོས་ཀྱི་འཕེལ་འགྱུར་དེ་གཞན་པའི་འཕེལ་འགྱུར་ལ་གནད་ཆེར་གྱུར་ལ། དེ་ལྟར་ན། དེ་གཉིས་ཟུང་འབྲེལ་ངང་འཕེལ་འགྱུར་བྱས་སོ།།



གྱེས་འགྱུར་གྱི་བྱུང་རབས།

དཔེ་རིས། ༣༥ གྱེས་འགྱུར་གྱི་གོ་རིམ་མཚོན་པའི་ཚོགས་སྡེའི་འཕེལ་རིམ་གྱི་རིས་འགྲེལ། ཁྱིམ་རྒྱུད་སྡོང་པོའི་ཡལ་ག་སོ་སོའི་སྟེང་གི་ཉིང་ལག་རེ་རེས་གྱེས་འགྱུར་གྱི་རྣམ་པ་རེ་མཚོན་པ་ཡིན།

འཕེལ་འགྱུར་ཕྲ་མོ་དང་འཕེལ་འགྱུར་རགས་པ།

འདི་ཡན་ཆད་དུ་ང་ཚོས་གཙོ་ཆེར་འཕེལ་འགྱུར་ཕྲ་མོའི་ཐོག་བློ་རིག་བསྒྲིམས་ལ། དེ་ནི་དུས་ཀྱི་བགྲོད་པ་དང་ལྷན་དུ་སྐྱེ་ལྡན་ཉེ་རིགས་ཁེར་རྐྱང་ཞིག་གི་ནང་ཁུལ་དུ་བྱུང་བའི་འགྱུར་བ་དང་གཙོ་བོར་འབྲེལ། འོན་ཀྱང་ད་ནི་**འཕེལ་འགྱུར་རགས་པ**་སྟེ། ཉེ་རིགས་ཧྲིལ་པོ་ཞིག་གསར་དུ་འགྲུབ་ཚུལ་ཇི་ལྟར་ཡིན་གླེང་བར་འགྱུར་ལ། **གཡོན**་ཕྱོགས་སུ་གསལ་བའི་དཔེ་རིས་(དཔེ་རིས། ༣༥)ཀྱི་རྣམ་པ་ལས་གསལ་བ་བཞིན། གོང་དུ་དཔེ་དེབ་འདིའི་ནང་གྲོས་སྟུར་བྱས་པའི་ཁྱིམ་རྒྱུད་སྡོང་པོ་དེ་འདིར་ཁྱོད་ཀྱིས་དྲན་ནམ། དེས་ན་སྐབས་འདིར་བསམ་གཞིག་བྱ་རྒྱུའི་དྲི་བ་ནི་འདི་ལྟར་ཏེ། ཁྱིམ་རྒྱུད་སྡོང་པོར་སྟར་མེད་པའི་ཡལ་ག་གསར་པ་ཇི་ལྟར་དོད་དམ། ཡང་ན་ཕྱོགས་གཞན་ནས་བཤད་ན། སྐྱེ་ལྡན་ཉེ་རིགས་གང་པོ་ཞིག་གསར་དུ་ཇི་ལྟར་འགྲུབ་བམ། ཞེས་པའོ།།

འདིར་ཡང་། གོང་དུ་ང་ཚོས་གྲོས་སྟུར་བྱས་པའི་འཕེལ་འགྱུར་ཕྲ་མོའི་དཔེ་མཚོན་དེ་དག་ལ་ཞིབ་ནན་གྱིས་དབྱེ་ཞིབ་བྱས་ན། དེས་འཕེལ་འགྱུར་རགས་པའི་ལས་ཚུལ་ཇི་ལྟར་ཡིན་མཐོང་རྒྱུར་སྣེ་སྟོན་བྱེད་སྲིད། འཕེལ་འགྱུར་ཕྲ་མོ་སྐྲུལ་སློང་བྱེད་པའི་གཞི་རྩའི་བྱེད་རིམ་སྟེ། རྒྱུན་ལྡན་མིན་པའི་འགྱུར་བག་དང་། རིགས་རྫས་བཞུར་འགྲོས་དང་། རང་བྱུང་འདེམས་སྒྲུག་བཅས་ཀྱིས་འཕེལ་འགྱུར་རགས་པ་ཡང་སྐྲུལ་སློང་བྱེད་ཀྱིན་ཡོད། དེས་ན་འཕེལ་འགྱུར་རགས་པ་ནི་འཕེལ་འགྱུར་ཕྲ་མོ་ཉིད་རྒྱུ་བསྐྱེད་པའི་རྣམ་པ་ཙམ་ཞིག་ཡིན།

ཁྱོད་ཀྱི་རེས་མོས།
ཉེ་རིགས་གསར་པ་ཞིག་སྐྲུན་པ།

ཁྱོད་ཀྱིས་སྐྱེ་ལྡན་ཉེ་རིགས་གསར་པ་ཞིག་བསྐྲུན་པའི་ཕྱོགས་སུ་བསམ་བློའི་བརྟག་དཔྱད་ཅིག་གི་འཇུས་འགོད་བྱེད་དགོས། རྒྱུ་རྐྱེན་གང་ཞིག་གིས་འདི་འདྲའི་ཉེ་རིགས་གསར་པ་དེ་བསྐྲུན་པར་སྐྲུལ་སློང་བྱེད་སྲིད་དམ། དེ་ལྟར་བསྐྲུབས་པའི་ཉེ་རིགས་དེའི་གཟུགས་དབྱིབས་ཇི་འདྲ་ཞིག་ཏུ་འགྱུར་ངེས་སམ། ཉེ་རིགས་དེའི་རང་སའི་ཁོར་ཡུག་དེ་ཇི་འདྲ་ཞིག་ཏུ་འགྱུར་ངེས་སམ། རང་གིས་བསྐྲུན་པའི་ཉེ་རིགས་དེའི་འབྲེལ་བརྗོད་ཞིབ་པ་ཞིག་བྲིས་ནས་དེར་མིང་ཞིག་ཐོགས།

ཉེ་རིགས་གཅིག་ཏུ་གཏོགས་པའི་སྐྱེ་ལྡན་སྡོག་ཆགས་འགའ་ཞིག་རང་དང་ཉེ་རིགས་གཅིག་པའི་སྡོག་ཆགས་རྣམས་ལས་ས་ཁུལ་ལོགས་ཤིག་ཏུ་གྱུར་ཏེ་ཡུན་རིང་གནས་ཚེ། དེ་དག་ཁོར་ཡུག་གསར་པར་བསྟུན་འགྱུར་བྱེད་བཞིན་དུ་རིམ་གྱིས་རང་རིགས་ཀྱི་སྡོག་ཆགས་ལྷག་མ་དག་ལས་ཇེ་གཞན་ཇེ་གཞན་དུ་འགྱུར་བས། མཐར་ཆེས་ཆེར་གཞན་འགྱུར་བརྒྱུད་པའི་དབང་གིས་སྐབས་ཤིག་ཏུ་སྡོག་ཆགས་ཀྱི་ཚོ་གཉིས་པོ་དེ་མཉམ་དུ་འཛོམས་པའི་འོག་ཏུའང་། དེ་དག་ཕན་ཚུན་སྦྱར་སྦྱོར་གྱིས་རྒྱུད་འཛིན་སྐྱེ་འཕེལ་བྱེད་མི་ཐུབ་པའང་འགྱུར་སྲིད། མཚམས་དེར་དེ་དག་སྡོག་ཆགས་ཀྱི་ཉེ་རིགས་སོ་སོར་གྱུར་པ་རེད། འདིའི་གོང་ཙམ་དུ་གྲོས་སྟུར་གྱི་གཞིར་སྦྱད་པའི་བོད་ཀྱི་མཐོ་སྒང་སྟེང་གི་ལི་གྲུམ་ཁྱིམ་གྱི་རྩེ་ཤིང་དང་རལ་ཇོ་སྦྲི་ཡམ་འབུ་ཕྲའི་དབར་གྱི་གནས་སྟངས་ཀྱང་འདི་དང་གཅིག་མཚུངས་ཡིན། རྒྱ་གར་དང་ཨེ་ཤི་ཡའི་ས་ཕྱུང་ཆེན་པོ་གཉིས་གདོང་གཏུག་མ་བརྒྱབ་གོང་རོལ་ཏུ་བོད་ཀྱི་མཐོ་སྒང་ལོགས་སུ་གྲུབ་མེད་ལ། སྐབས་དེར་གོང་གི་སྡོག་ཆགས་ཉེ་རིགས་གཉིས་པོ་དེ་རྒྱ་གར་དང་ཨེ་ཤི་ཡའི་ཁུལ་དུ་འཚོས་པའི་ལི་གྲུམ་ཁྱིམ་གྱི་རྩེ་ཤིང་དང་རལ་ཇོ་སྦྲི་ཡམ་འབུ་ཕྲ་སོ་སོ་དང་སྡོག་ཆགས་ཉེ་རིགས་གཅིག་ཏུ་གཏོགས་པས། ཕན་ཚུན་སྦྱར་སྦྱོར་སློས་སྐྱེ་འཕེལ་བྱེད་ནུས། འོན་ཀྱང་ཕྱིས་སུ་གདོང་གཏུག་དེ་བྱུང་ཙ་ན། (འཕེལ་འགྱུར་གོ་རིམ་གྱི་ཚད་གཞི་ནས་བལྟས་ན་)འཕྲལ་མ་ཉིད་དུ་སྡོག་ཆགས་ཉེ་རིགས་གཉིས་པོ་དེའི་ཆ་ཤས་ཤིག་རང་རང་གི་ཉེ་རིགས་ཀྱི་སྡོག་ཆགས་གཞན་དག་ལ་ལྟོས་ཏེ་ཆེས་ཐ་དད་ཅིང་། ཆེས་མཐོ་ལ་ཧ་ཅང་གྲང་བའི་ཁོར་ཡུག་ལོགས་ཤིག་ཏུ་འཁོད་པར་གྱུར། དེར་བརྟེན་དེ་དག་ཁོར་ཡུག་གསར་པར་བསྟུན་འགྱུར་མ་བྱས་ཐབས་མེད་དུ་གནས་ཤིང་། མཐར་རིམ་གྱིས་ཆེས་ཐ་དད་པར་གྱུར་པས་དེ་དག་སྡོག་ཆགས་ཀྱི་ཉེ་རིགས་ལོགས་ཤིག་ཏུ་གྱུར་པ་ལ་བརྟེན་ནས། མཐོ་སྒང་གི་ལི་གྲུམ་ཁྱིམ་གྱི་རྩེ་ཤིང་དེ་དག་དམའ་སར་འཚོས་པའི་ལི་གྲུམ་དག་དང་སྦྱར་སྦྱོར་གྱི་ལམ་ནས་རྒྱུད་འཛིན་སྐྱེ་འཕེལ་བྱེད་མ་ཐུབ་པ་ཆགས། རྒྱུད་རིམ་འདི་ལ་**གྱེས་འགྱུར**་ཟེར་ལ། (དཔེ་རིས། ༣༥) འདི་ཉིད་ཁྱིམ་རྒྱུད་སྡོང་པོའི་སྟེང་དུ་ཡན་ལག་གསར་འགྲོའི་ཚུལ་གྱིས་མཚོན་ཡོད།

སྒོ་སྣང་འཕེལ་བ་ཞིག་ལ། གོང་དུ་གྲོས་སྟུར་བྱས་པ་བཞིན་སྐབས་འབྲེལ་གྱི་མཚན་གཞི་འདིར། བོད་སའི་ལི་གྲུམ་ཁྱིམ་གྱི་རྩེ་ཤིང་དེ་དག་ཟུང་འབྲེལ་འཕེལ་འགྱུར་བྱེད་སྐབས་དེས། དེ་དག་བོད་སའི་རལ་ཇོ་སྦྲི་ཡམ་འབུ་ཕྲ་ཁོན་དང་མཉམ་གནས་ཀྱི་འབྲེལ་བ་གྲུབ་ཏུ་བཅུག་པས་(རལ་ཇོ་སྦྲི་ཡམ་འབུ་ཕྲ་དེ་དག་གིའང་ཉེ་རིགས་ལོགས་སུ་གྲུབ་པ་རེད།) འདི་འདྲའི་རྒྱུད་རིམ་ལ་**ཟུང་འབྲེལ་གྱེས་འགྱུར**་ཞེས་པའི་ཐ་སྙད་བྱེད།

འཕེལ་འགྱུར་རགས་པའི་གོ་རིམ་དེ་དཔྱིས་ཕྱིན་པར་ཁོང་དུ་ཆུད་པ་ལ་ཞུང་མཐར་དཀའ་ཁག་གཉིས་ལ་གདོང་ལེན་བྱེད་དགོས། དང་ཐོག་དེར། དཔེར་ན་ལི་གྲུམ་རྩེ་ཤིང་གི་རིགས་ཤིག་ནས་རིགས་གཞན་ཞིག་ལ་འཕོས་ཚུལ་གྱི་ཕྲ་བའི་གྱེས་འགྱུར་གྱི་རིག་པ་དེ་ཉིད་དཔེར་ན་འབུ་ཕྲ་ནས་མིར་རམ། ཡང་ན་རྩེ་ཤིང་ནས་ནུ་གསོས་སྡོག་ཆགས་སུ་འཕོས་ཚུལ་གྱི་རགས་པའི་གྱེས་འགྱུར་གྱི་རིག་པར་འཕྱུས་ཚང་སློས་རིགས་འདྲེ་གཏོང་རྒྱུ་དེ་རེད། དེ་ལྟ་ནའང་། གལ་ཏེ་ང་ཚོས་དུས་ཀྱི་བགྲོད་པ་དང་ལྷན་

the tree to the other, many small subtle speciations add up to large changes very slowly over millions of years and many branches. This leads to our second big challenge: the timescales involved here are huge (billions of years as we discussed) and hard to imagine.

Also because of this it is difficult to actually observe speciation in action. But, we *are* able to see the beginnings of some speciation in action (like the cases of Darwin's finches and antibiotic resistance we discussed), and when we combine the evidence we see in fossils, DNA sequence, and from other signs of evolution, we can build an excellent case for macroevolution.

Different lineages (branches of the family trees) can have different patterns of change. Many lineages remain unchanged for millions of years, others change often or abruptly. What factors would be important in whether lineage change occurs and at what speed?

In the end most lineages (nearly all those that have existed on Earth) share the same fate: **extinction**, scientists' word for the death of an entire species. Looking across the span of Earth's history, massive extinctions appear to have occurred approximately every 100 million years (Figure 26). These mass extinctions are probably due to some hugely dramatic environmental change like a meteor hitting Earth. One such event happened about 225 million years ago and led to the extinction of more than 90% of all species on earth! Sounds scary, but on the positive side, when so many species disappear, op-

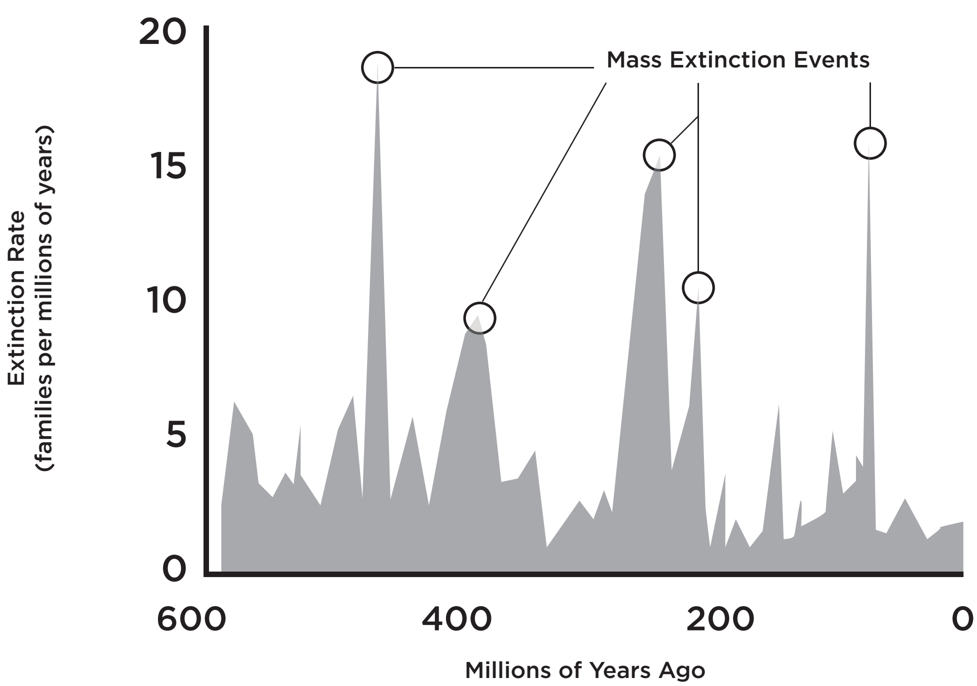


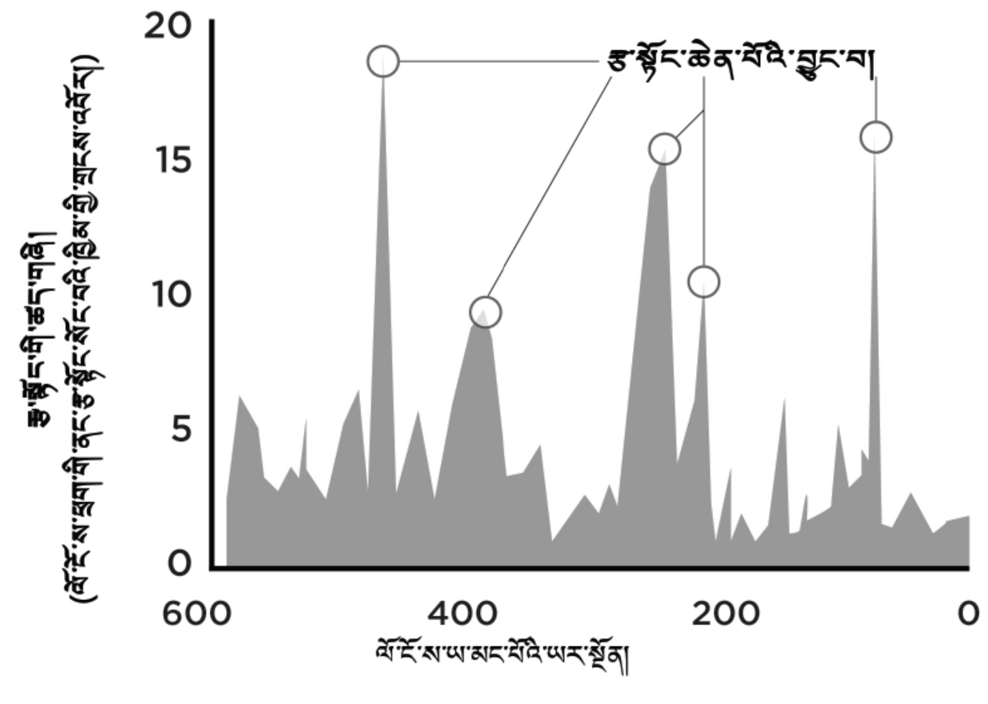
Figure 26: Extinctions throughout time. Extinctions occur when an entire species dies out, and mass extinctions happen regularly throughout time. On occasion, an extreme event will occur that kills off many of the species on the planet.

དུ་ཁྲིམ་རྒྱུད་སྟོང་པོའི་ཡལ་ག་གཅིག་ནས་གཞན་དུ་དེད་ཆེ། ལོ་ངོ་ས་ཡ་དུ་མའི་ཡུན་ཐག་ཁྲོད་ཁྲིམ་རྒྱུད་སྟོང་པོའི་ཡལ་ག་དུ་མའི་བརྒྱུད་ནས་དལ་བུས་གྱེས་འགྱུར་ཕྲ་རིམ་མང་པོ་གཅིག་ཐོག་གཉིས་བརྩེགས་ཀྱིས། མཐར་འགྱུར་ཐེབས་ཆེན་པོར་བསགས་པ་དེ་ང་ཚོས་མཐོང་ཐུབ། འདིས་སྣེ་དྲངས་ཏེ་གདོང་ལེན་བྱ་རྒྱུའི་དཀའ་ཁག་གཉིས་པ་དེར་བསྐྱལ་པ་ནི། དེ་ལྟའི་འབྲེལ་བ་གྲུབ་པའི་དུས་ཀྱི་ཡུན་ཚད་ཏ་ཅང་རིང་དྲག་པ་དེ་ཡིན(སྔ། གོང་དུ་ཞིབ་གྲོས་བྱས་པ་བཞིན་ལོ་ངོ་ཐེར་འབུམ་དུ་མ་དང་འབྲེལ་)། དེའི་དབང་གིས་བསམ་གཞིག་བྱ་རྒྱུ་སླ་བ་ཞིག་མིན།

དེར་མ་ཟད། རྒྱུ་མཚན་དེ་འདྲ་ལ་བརྟེན་ནས་གྱེས་འགྱུར་གྱི་བྱེད་རིམ་བརྒྱུད་བཞིན་པའི་དམར་དཔེ་དངོས་སུ་མཐོང་རྒྱུ་དཀའ་མོ་ཡོད། དེ་ལྟར་ནའང་གྱེས་འགྱུར་གྱི་རིགས་འགའ་རེའི་བྱེད་རིམ་གྱི་འགོ་རྩོམ་བཞིན་པ་ང་ཚོས་མཐོང་ཐུབ། (དཔེར་ན། གོང་དུ་ཊར་ཤིན་གྱི་བྱ་ཁྱུག་རྟའི་སྐོར་དང་། གོང་ཚམ་དུ་ང་ཚོས་གླེང་བའི་གཉའ་འཛོམས་ནུས་འགོག་དང་འབྲེལ་བའི་སྐབས་བཞིན།) དེར་མ་ཟད། ང་ཚོས་མཐོང་བཞིན་པའི་འགྱུར་ རྫོའི་སྟེང་དུ་གསལ་བའི་དཔང་རྟགས་དང་། ཊེ་ཨེན་ཨེའི་ཆགས་ཚུལ་དག་ཏུ་གསལ་བའི་དཔང་རྟགས། དེ་བཞིན་དུ་འཕེལ་འགྱུར་གོ་རིམ་གྱི་རྟགས་མཚན་གཞན་དག་ལས་རྙེད་པའི་དཔང་རྟགས་རྣམས་ཕྱོགས་གཅིག་ཏུ་བསྡེབས་པ་ལས། འཕེལ་འགྱུར་རགས་པའི་སྒྲུབ་བྱེད་འཐུས་ཚང་ཞིག་ཀུན་གྱི་མདུན་སྟར་འཇོག་ཐུབ།

(ཁྲིམ་རྒྱུད་སྟོང་པོའི་ཡལ་ག་རྣམས་ཀྱིས་མཚོན་པའི་)འཕེལ་འགྱུར་གྱི་རྒྱུད་རབས་སོ་སོ་ལ་འགྱུར་བའི་འགྲོས་སོ་སོ་ཡོད་ཚོག་ལ། ཡང་རྒྱུད་རབས་མང་པོ་ལོ་ངོ་ས་ཡ་དུ་མར་འགྱུར་བ་མེད་པར་རང་སོར་གནས་པ་དང་། བརྒྱུད་པ་འགའ་རེ་འགྱུར་བ་ཡང་ཡང་འགྲིམས་པ་དང་། ཡང་འགའ་རེ་གློ་བུར་དུ་འགྱུར་བ་འགྲིམས་པའང་ཡོད་ཚོག དེས་ན། འཕེལ་འགྱུར་གྱི་བརྒྱུད་པ་ཞིག་ལ་འགྱུར་བ་སློང་བར་ཁག་ཐེག་བྱེད་པའི་ཆ་རྐྱེན་གནད་ཆེ་བ་གང་དང་གང་ཡོད་དམ། ཆ་རྐྱེན་དེ་དག་གིས་མྱུར་ཚད་ཇི་ཙམ་ཞིག་ཏུ་འགྱུར་བ་དེའི་རིགས་སྐྱུལ་སློང་བྱེད་དམ།

འཕེལ་འགྱུར་གྱི་རྒྱུད་རབས་ཕལ་མོ་ཆེ་(ད་ལམ་སའི་གོ་ལའི་སྟེང་དུ་ཆགས་པའི་རྒྱུད་རབས་ཡོད་དོ་ཅོག་)ལ་ཐུན་མོང་དུ་འཕྲད་པའི་མཐའ་མའི་ཆག་སྒོ་ཞིག་ཡོད་ཅིང་། དེ་ནི་མཐའ་མའི་འདུས་སུ་"ཆ་སྟོང་འགྲོ་བ"དེ་རེད། ཐ་སྙད་འདི་ཚན་རིག་པ་དག་གིས་སྐྱེ་ལྡན་ཉེ་རིགས་ཕྱིལ་པོ་ཞིག་ལ་བྱུང་བའི་ཤི་གོད་ཆེན་པོའི་གནས་སྟངས་མཚོན་ཆེད་དུ་བཀོལ་སྤྱོད་བྱེད་ཀྱི་ཡོད། སའི་གོ་ལའི་ལོ་རྒྱུས་ཀྱི་ཁྲོན་ལ་ཕྱིར་ལྟ་ཞིག་བྱས་ན། ཕལ་ཆེར་ལོ་ངོ་ས་ཡ་བརྒྱ་རེའི་མཚམས་སུ་དེ་ལྟའི་གཞི་རྒྱ་ཆེ་བའི་ཆ་སྟོང་སོང་བའི་གནས་སྟངས་བྱུང་ཡོད་ཚོད་མདོན། (དཔེ་རིས། ༡༧) དེ་འདྲའི་གཞི་རྒྱ་ཆེ་བའི་ཆ



དཔེ་རིས། ༡༧ དུས་ཀྱི་རྒྱུན་ཐག་ཁྲོད་ཆ་སྟོང་སོང་བའི་གནས་སྐབས། ཉེ་རིགས་ཕྱིལ་པོ་ཞིག་ལ་ཤི་གོད་བྱུང་དུས་ཆ་སྟོང་སོང་བའི་གནས་སྟངས་ཤིག་བྱུང་བ་ཡིན་ལ། གཞི་རྒྱ་ཆེ་བའི་ཆ་སྟོང་སོང་བའི་གནས་སྟངས་དེ་འདྲ་དུས་ཀྱི་རྒྱུན་ཐག་ཁྲོད་རྒྱུན་ལྡན་དུ་འབྱུང་གིན་ཡོད། སྐབས་རེ་གནས་སྟངས་ཚབས་ཆེ་བྱུང་བ་ན་གོ་ལའི་སྟེང་གི་ཉེ་རིགས་མང་པོར་ཤི་གོད་ཐོག་གི་ཡོད།

portunities (environmental 'spaces' called **niches**) are opened up for the evolution of all sorts of new species, an explosion of new life forms. Just such an explosion happened about 530 million years ago in the oceans over a brief evolutionary time period (around 10 million years).

FUTURE QUESTIONS IN EVOLUTIONARY BIOLOGY

As we have seen, the evidence for evolution is overwhelming. Like with all scientific concepts, the theory of evolution continues to be explored and reshaped, but the underlying tenets of Darwin's ideas have only been reinforced over the 150 years since he published *The Origin of Species*. Many difficult questions remain, and this is what makes science exciting: the more and better experiments we do, and the more and better data we get, the sharper our theories become. It's a kind of evolution.

One common question about evolution is 'how does complexity evolve?' For example, how did organisms evolve from having no eyes to having eyes? What good is half an eye? Or half a wing? Similarly, how do complex biochemical pathways evolve to make, for example, DNA? What good is a pathway that only makes something that eventually will, millions of years later, evolve into DNA?

Good theories are emerging to address these questions: in the case of the eye, for example, Dan-Erik Nilsson has developed models, starting with the computer and then using plastic and metal, to demonstrate how an eye could have evolved in as little as a half million years starting with only light-sensitive cells and evolving into a camera-like eye similar to those we humans have.

Remember: anything that gives an organism an advantage in the environment in which it lives may well be selected for by natural selection. If an organism evolves even just a tiny patch of cells that are somewhat light-sensitive, this would allow it to detect the shadows of a predator and thereby increase its fitness. Nilsson shows that any depression at all of these cells creates a situation where the cells across the depression have different exposures to light and thus can measure that light in different orientations. So, this patch of cells reflected on a backdrop of other cells (a primitive retina he represents with a translucent sheet of plastic) now carries information that is fuzzy, but does allow for the detection of movement. Indeed, flatworms living today (see Flatworms sidebar) have just such an eye – a collection of depressed light-sensitive cells.

But what if, in order to survive, organisms need to detect faster predators or prey than they can with the simple flatworm eye? Nilsson shows that if the center of the light-sen-

FLATWORMS
AN IMAGE GALLERY

Flatworms have the ability to perceive movement using a light-sensitive patch of cells.

སྟོང་སོང་བའི་གནས་སྐབས་དག་ནི་ཤུགས་ཆེར་སའི་གོ་ལར་སྐར་རྡོས་རྡོག་གཏུག་བརྒྱབ་པ་ལྟ་བུ་ཁོར་ཡུག་དང་འབྲེལ་བའི་འགྱུར་བ་དྲག་པོ་བྱུང་བས་བསླངས་པ་ཡིན་ཤས་ཆེ། དེ་འདྲའི་བྱུང་བ་ཞིག་ལོ་ངོ་ས་ཡ་༢༥༡ཡར་སྔོན་དུ་བྱུང་ཞིང་། དེ་ལ་བརྟེན་ནས་སའི་གོ་ལའི་སྟེང་གི་སྐྱེ་ལྡན་ཉེ་རིགས་ཀུན་གྱི་བརྒྱ་ཆའི་༩༠ ལྷག་ཙམ་སྟོང་དུ་གྱུར་ཡོད། འདི་འདྲ་གླེང་དུས་དངངས་སྐྲག་སྐྱེས་དགོས་པ་ཞིག་ཡོད་ལ། འོན་ཀྱང་འདི་ལ་བཟང་ངོས་ནས་བལྟ་བའི་ཕྱོགས་ཤིག་ཡོད་པ་ནི། སྐྱེ་ལྡན་ཉེ་རིགས་དེ་འདྲ་མང་པོ་གློ་བུར་དུ་མེད་པར་གྱུར་བའི་ཚེ་གོ་སྐབས་ཀྱི་སྒོ་མོ(གསེར་ཐིག་ཏུ་འབོད་པའི་ཁོར་ཡུག་གི་"བར་སྟོང་")ཡངས་པོར་ཕྱེ་བས་ཚེ་སྲོག་གི་རྣམ་པ་གསར་པ་འཕྱུར་པ་དང་མཚུངས་པར་སྐྱེ་ལྡན་ཉེ་རིགས་གསར་པ་མང་པོ་རིམ་འགྱུར་འབྱུང་བའི་དགེ་མཚན་ཡོད། ལོ་ངོ་ས་ཡ་ ༥༣༠ ཐམ་པའི་ཡར་སྔོན་དུ་དེ་འདྲའི་འཕྱུར་ལོང་ཞིག་ཕྱིའི་རྒྱ་མཚོ་ཆེན་པོའི་སྟེང་དུ་རིམ་འགྱུར་གྱི་དུས་ཡུན་ཐུང་ངུ(ལོ་ངོ་ས་ཡ་ ༡༠ ཡན་མན་ཙམ་)ཞིག་ནང་བྱུང་ཡོད།

འཕེལ་འགྱུར་སྐྱེ་དངོས་རིག་པའི་ནང་དུ་གཟིད་གླེང་སྲིད་པའི་དྲི་བ།

ང་ཚོས་ཤེས་གསལ་བཞིན། འཕེལ་འགྱུར་རིག་པར་སྒྲུབ་བྱེད་ཀྱི་དཔང་རྟགས་བསམ་ཡུལ་ལས་འདས་པ་ཡོད། དེ་ལྟར་ནའང་ཚན་རིག་གི་ལྟ་གྲུབ་ཀུན་དང་མཚུངས་པར་འཕེལ་འགྱུར་གྱི་རིག་པ་འདི་ད་དུང་མུ་མཐུད་དུ་དཔྱད་གཞིར་བཟུང་བཞིན་ཡོད་ལ། དེ་ལ་བརྟེན་ནས་རིག་པ་དེ་ཉིད་མུ་མཐུད་དུ་བཟོ་འགྱུར་ཐེབས་བཞིན་ཡོད། འོན་ཀྱང་ཊར་ཝིན་གྱི་རིག་པའི་རྩང་གཞིའི་དམ་བཅའ་རྣམས"*སྐྱེ་ལྡན་ཉེ་རིགས་དག་གི་འབྱུང་ཁུངས*"དཔར་དུ་བཏབ་པ་ནས་བཟུང་ད་ཕན་ལོ་ངོ་༡༥༠ རིང་རྗེ་བརྟན་རྗེ་གསལ་དུ་གྱུར་ཡོད། ད་དུང་ཡང་དྲི་བ་མང་པོར་ལན་མེད་པར་ལྷག་ཡོད་ལ། འདི་ནི་ཚན་རིག་གི་ཕྱོགས་ལ་ཡིད་དབང་འགུག་པའི་ཆ་རྐྱེན་ཞིག་ཡིན། ང་ཚོས་བརྟག་དཔྱད་ཞིབ་འཇུག་ཇི་མང་དང་ཇི་ལེགས་བྱས་པ་བརྒྱུད་ང་ཚོར་གནས་ཚུལ་ཇི་མང་དང་ཇི་ཟབ་འཐོབ་ལ། དེ་ལས་ང་ཚོའི་རིགས་པའི་གཞུང་ལུགས་རྣམས་ཞིབ་ཚགས་ཇི་ཆེར་འགྱུར་ངེས་ཡིན། འདི་ཡང་འཕེལ་འགྱུར་གྱི་རིགས་ཤིག་རེད།

འཕེལ་འགྱུར་དང་འབྲེལ་བའི་རྒྱུན་ལྡན་གྱི་དྲི་བ་ཞིག་ནི། རྙོག་འཛིང་གི་ངོ་བོ་དེ་ཇི་ལྟར་འཕེལ་འགྱུར་བྱུང་བ་ཡིན་ནམ། ཞེས་པ་འདི་ཡིན། དེ་ཡང་དཔེ་དང་སྦྱར་ནས་དྲིས་ན་འདི་ལྟར། སྐྱེ་ལྡན་སྲོག་ཆགས་རྣམས་དང་ཐོག་མིག་མེད་པ་ནས་ད་གཟོད་མིག་ལྡན་དུ་ཇི་ལྟར་གྱུར་པ་ཡིན་ནམ། མིག་ཕྱེད་ཙམ་ལས་མེད་ན་དགེ་མཚན་ཅི་ཞིག་ཏུ་གྱུར་ཡོད་དམ། ཡང་ན། འདབ་གཤོག་ཕྱེད་ཙམ་ལས་མེད་ན་དགེ་མཚན་ཅི་ཞིག་ཏུ་གྱུར་ཡོད་དམ། ལྟ་བུའོ། །དེ་བཞིན་དུ། སྐྱེ་དངོས་དང་རྫས་འགྱུར་སྦྲེལ་བའི་རྙོག་འཛིན་ཅན་གྱི་རྣམ་པ་དེ་དག་རིམ་གྱིས་ཊི་ཨེན་ཨེ་བསྐྱེད་པའི་ངོ་བོར་ཇི་ལྟར་འཕེལ་འགྱུར་སོང་བ་ཡིན་ནམ། དངོས་པོ་ག་གེ་མོ་གང་ཞིག་རིམ་གྱིས་ལོ་ངོ་ས་ཡ་མང་པོ་འདས་རྗེས་མཐར་ཊི་ཨེན་ཨེ་ཡི་ངོ་བོར་འཕོས་པའི་དངོས་པོ་དེ་རྐྱང་པ་བཟོ་འདོན་བྱེད་པའི་གོ་རིམ་དེའི་དགེ་མཚན་གང་ཡོད་དམ། ལྟ་བུའོ།།

དྲི་བ་འདི་དག་ལ་ལན་འདེབས་ཀྱི་འབད་རྩོལ་བྱེད་པའི་རིགས་པའི་གཞུང་ལུགས་ལེགས་པོ་འགའ་རེ་ང་ཚོའི་མདུན་སྣར་སླེབས་ཡོད། དཔེར་ན། གོང་གསལ་མིག་འབྲས་དང་འབྲེལ་བའི་དྲི་བའི་ཐད། ཊེན་ཨེ་རིཀ་ནི་ལ་སོན་གྱིས་དཔེ་ཚད་ཅིག་བཏོན་ཡོད་ལ། དེར་ཐོག་མར་གློག་ཀླད་དང་། དེ་རྗེས་འགྲིག་ཆས་དང་ལྷུགས་རིགས་བཀོལ་སྤྱོད་བྱས་པ་བརྒྱུད་ཁོང་གིས་ལོ་ངོ་ས་ཡ་ཕྱེད་ཙམ་གྱི་དུས་ཡུན་ཐུང་ངུ་ཞིག་གི་རིང་ང་ཚོའི་མིག་དེ་ཐོག་མར་འོད་ཚོར་ཙམ་གྱི་མྱ་ཕུང་གི་ངོ་བོ་ནས་འགོ་བཙུགས་ཏེ། མཐར་དཔལ་ལྡན་ང་ཚོའི་མིའི་རིགས་ལ་ལྡན་པའི་དཔར་ལེན་འཕྲུལ་ཆས་དང་མཚུངས་པའི་མིག་གི་ངོ་བོར་འཕེལ་འགྱུར་བྱུང་ཚུལ་ར་སྤྲོད་བྱས་ཡོད།

འབུ་ལེབ།
དཔར་རིས་སྤྲོད་པ་ཞིག

འབུ་ལེབ་དག་གིས་འོད་ཚོར་བའི་མྱ་ཕུང་འདུས་གཟུགས་བཀོལ་སྤྱོད་བྱས་ཏེ་འགུལ་སྐྱོད་ཀྱི་རྣམ་པ་ངོས་འཛིན་བྱེད་ཐུབ།

འདིར་ཕྱིར་དྲན་བྱ་དགོས་པ་ཞིག་ནི། ཕོར་ཡུག་ཅིག་གི་ཁྲོད་དུ་འཚོ་སྡོད་བྱེད་པའི་སྐྱེ་ལྡན་ཁེར་གཟུགས་ཤིག་ལ་(སྐྱེ་འཕེལ་ཀྱི་)རྒྱལ་ཁ་སྒྲིན་པའི་དངོས་པོ་ག་གི་མོ་ཅི་ཡོད་རུང་དེར་རང་བྱུང་འདེམས་སྒྲུག་གིས་འདེམས་སྒྲུག་བྱེད་པ་དེ་ཡིན། གལ་ཏེ་སྐྱེ་ལྡན་ཞིག་ལ་འོད་ཚོར་མྱ་ཕུང་གིས་གྲུབ་པའི་ལུས་ཀྱི་ཆ་ཤས་ཆུང་ངུ་ཞིག་ལས་མེད་ཀྱང་། དེས་སྐྱེ་ལྡན་དེ་རང་གི་གཉེན་མའི་ལུས་ཀྱི་གྲིབ་མ་ཙམ་ཚད་ཤེས་ཚོར་བྱེད་དུ་འཇུག་ན། དེས་སྐྱེ་ལྡན་དེའི་མཐུན་འཕྲོད་ཀྱི་ནུས་པ་གོང་མཐོར་གཏོང་བར་རམ་འདེགས་བྱེད་ལ། གལ་ཏེ་མྱ་ཕུང་དེའི་རིགས་ལ་རྗེ་བ་གོང་གི་ཁྱད་པར་གང་ཡང་ཡོད་ཚེ། རྗེ་བ་གོང་གི་ཁྱོན་ལ་འགྲམས་པའི་མྱ་ཕུང་དེ་དག་འོད་ལ་ཁ་ཕྱོགས་བསྟན་ཚུལ་མི་འདྲ་བའི་དབང་གིས་འོད་ཐོག་ཕྱོགས་མི་གཅིག་པ་རྣམས་འཛིན་ཐུབ་ཀྱི་ཡོད་ཅེས་ནི་ལ་སོན་གྱིས་བསྟན་ཡོད། དེས་ན་མྱ་ཕུང་སྒྱི་བྱིངས་ཀྱི་ཁྲོད་ནས་ཚུལ་དེ་ལྟར་དུ་ཁྱད་ཞུགས་པའི་མྱ་ཕུང་དག་གིས་(གསལ་མ་གསལ་གྱི་འགྲིག་ལེབ་ཡོ་བྱད་ཀྱིས་མཚོན་པའི་ཆེས་གནའ་དུས་ཀྱི་མིག་གི་དྲ་སྐྱི་)ཕྱིའི་བརྙན་འཕྲིན་བཟུང་ཡང་གསལ་ཆ་དེ་ཙམ་འདོན་མི་ནུས། འོན་ཀྱང་ད་དུང་འགུལ་སྐྱོད་ཀྱི་འགྱུར་བ་ཚོར་ནུས་ཙམ་ཡོད་པ་ཡིན། དོན་དངོས་ཐོག་ཡང་དེང་དུས་འཚོ་སྡོད་བྱེད་བཞིན་པའི་འབུ་ལེབ་(ཐུར་དུ་གསལ་བའི་འབུ་ལེབ་ལ་ལྟོས།)དག་ལ་གོང་གསལ་འདྲ་བའི་མིག་འབྲས་ལྡན་ཞིང་། དེ་ཉིད་རྗེ་བ་གོང་ཅན་གྱི་འོད་ཚོར་མྱ་ཕུང་གི་ཚོགས་ལས་གྲུབ་པ་ཞིག་ཡིན།

འོན་ཀྱང་གལ་ཏེ་སྐྱེ་ལྡན་ཞིག་འཚོ་གནས་རྒྱུན་འཁྱོངས་ཡོང་ཆེད་རང་གི་ཟས་སྲིན་ལེབ་མོའི་མིག་གི་ནུས་ཚད་ལས་ཀྱང་ཆེས་མྱུར་བའི་སྒོས་རང་གི་གཉེན་མ་དེ་ཤེས་ཚོར་བྱེད་དགོས་པའམ། ཡང་ན་རང་གི་གཟན་ཆ་དེ་འཛིན་དགོས་པར་གྱུར་ན་ཇི་ལྟར་བྱའམ་ཞེ་ན། དེ་ལ་ནི་ལ་སོན་གྱིས།

sitive cell patch is constricted, the light becomes more focused on the retina backdrop, and light detection improves. In fact, this is what occurs in the modern-day seasnail, the chambered nautilus (Figure 27). But, 'eyes' like those in the chambered nautiluses, in narrowing their centers, significantly decrease the *amount* of light they can detect. Nilsson says a much better solution than constriction that evolved is to cover the light hole with two sheets of clear cells, otherwise known as a lens.

Figure 27: Chambered Nautilus

When Nilsson models this with two sheets of transparent plastic, a lot of light still shines through to the primitive retina, and, if he adds water between the two sheets of clear cells (represented by plastic), making the lens bulge out and become rounder, the image on the retina gets even sharper. The more water he adds, the rounder the lens becomes, and the sharper the image; this results in an eye-like model very similar to human eyes. This is an example of how modeling, in conjunction with the observation of existing species, can demonstrate how evolution might happen. Nilsson's example is particularly striking because it is so simple in concept and predicts that the whole process could happen over just a few hundred thousand generations.

EVOLUTION BEYOND SCIENCE

Perhaps no other scientific idea has been as revolutionary as Darwin's theory of evolution. In the century-and-a-half since he and Wallace introduced it to the world, many others, in realms outside of science, integrated the theory into ideas outside of strict science. Some of these instances saw the fatal twisting of Darwin's ideas to support great calamities in human history; the eugenics movement, driven by the idea that one could select for 'the best' humans, was born in the United States and then co-opted and twisted even further by Hitler and his Nazi Party to promulgate the idea of genetically elite humans and to help justify the attempted elimination of entire groups of human beings.

In a much more positive vein, Darwin's ideas have helped lead to a better understanding of how other complex phenomena and processes, like language or even ideas themselves, evolve. In his book *Guns, Germs, and Steel*, Jared Diamond provides a provocative example of how applying Darwin's ideas can help rethink fields far outside biology. Diamond hypothesizes that the entire curve of the history of human cultures can be explained by natural selection. He starts with a question he was asked by a native New Guinean: why did white European cultures invade and colonize native African and American cultures, rather than vice versa?

Diamond builds a convincing case that the answer is primarily about the environment in which different peoples found themselves. To simplify his ideas: those peoples who

དཔེ་རིས། ༡༧ ཚང་ལྡན་འགྲོན་བུ།

འོད་ཆོར་ཕྲ་ཕྱུང་ཚོགས་ཀྱི་ལྟེ་སྙིང་བཅོར་བ་ན་དྲ་སྐྱིའི་རྒྱབ་ཡོལ་སྟེང་དུ་འོད་ཀྱི་སྣང་བ་ཕྱོགས་གཅིག་ཏུ་སྤྲུངས་པ་ལ་བརྟེན་ནས་འོད་ཆོར་གྱི་ནུས་པ་གོང་འཕེལ་གཏོང་དུ་ཡོད་པར་བཤད། དོན་ངོ་མར་ཡང་། ཚུལ་འདི་ཉིད་དེང་རབས་ཀྱི་མཚོ་ནང་གི་སྨྲུག་འབུ་སྟེ། ཚང་ལྡན་འགྲོན་བུ་ཞེས་པའི་སྟེང་དངོས་སུ་མཐོང་རྒྱུ་ཡོད། (དཔེ་རིས། ༡༧) འོན་ཀྱང་ཚང་ལྡན་འགྲོན་བུ་ཡི་ལུས་སྟེང་གི་"མིག་འབྲས"འདྲ་བའི་དབང་པོ་དེའི་ལྟེ་སྙིང་ནང་ཕྱོགས་སུ་འཁྱམ་ཡོད་པས་དེས་ཆོར་ཞིང་ཤེས་པའི་འོད་ཟེར་གྱི་ཁྱོན་འབོར་ཏ་ཅང་མར་ཆག་གི་ཡོད་པ་རེད། ཉིལ་སོན་གྱིས་གོང་གསལ་བསྡུ་བསྒྲུམ་གྱི་གོ་རིམ་ལས་ཀྱང་ཐབས་ལམ་ལེགས་པ་ཞིག་རང་བྱུང་འཕེལ་འགྱུར་ཁྲོད་ཐོན་ཡོད་ཚུལ་བཤད་པ་དེ་ནི། མིང་གཞན་དྭངས་གཟུགས་སུ་འབོད་པའི་བཀྲ་བའི་ཕྲ་ཕྱུང་གི་ལེབ་ངོས་གཉིས་ཀྱི་སྒོ་ནས་འོད་ཁུང་བཀག་ནས་འཛོག་རྒྱུ་དེ་རེད།

ཉིལ་སོན་གྱིས་ཕྱི་གསལ་ནང་གསལ་གྱི་འཁྱིག་ཤོག་གཉིས་ཀྱི་སྒོ་ནས་སྔར་གྱི་དཔེ་ཚད་དེ་བཀོལ་སྤྱོད་བྱས་པ་ན། དེ་དག་བརྒྱུད་ནས་ད་དུང་འོད་ཤུགས་ཆེན་ཞིག་སྣ་བསྡུས་ཅན་གྱི་དྲ་སྐྱིའི་སྟེང་དུ་ཐོབ་ཡོད། དེ་རྗེས་ཁོང་གིས་བཀྲ་བའི་ཕྲ་ཕྱུང་གི་ལེབ་ངོས་གཉིས་པོ་(འདིར་འཁྱིག་ཤོག་གིས་མཚོན་ཡོད།)དེའི་བར་ན་ཆུ་བླུགས་པས་དྭངས་གཟུགས་དེ་དག་ཕྱིར་སྒྲོས་ཏེ་ཇེ་སྒོར་དུ་གྱུར་པ་ན། དྲ་སྐྱིའི་སྟེང་གི་ཡུལ་གྱི་རྣམ་པ་སྔར་བས་གསལ་བར་གྱུར་ཡོད། དེ་ལྟར་ཆུ་སྣོན་རྒྱག་རེས་བཞིན་དུ་དྭངས་གཟུགས་དེ་ཇེ་སྒོར་དུ་གྱུར་པ་དང་མཉམ་དུ་ཡུལ་གྱི་རྣམ་པ་ཡང་ཇེ་གསལ་དུ་གྱུར། འདིའི་མཇུག་འབྲས་སུ། མིའི་མིག་གི་ཆགས་ཚུལ་དང་ཏ་ཅང་མཚུངས་པའི་མིག་འདྲའི་དཔེ་ཚད་ཀྱི་བཀོད་པ་འདི་བྱུང་བ་ཡིན། འདི་ནི་ད་ཡོད་སྐྱེ་ལྡན་དག་ལ་ལྟ་ཞིབ་བྱས་པ་དག་དང་ཟུང་འབྲེལ་གྱི་སྒོ་ནས་དཔེ་ཚད་སྒྲིག་བཪྻམ་བྱས་པ་བརྒྱུད། རིམ་འགྱུར་ཇི་ལྟར་བྱུང་བའི་ཚུལ་འགྲེལ་མཚོན་བྱེད་ནུས་པའི་དཔེར་མཚོན་ཞིག་ཡིན། ཉིལ་སོན་གྱི་དཔེར་མཚོན་དེ་དམིགས་བཀར་གྱིས་ངོ་སྣང་འདྲེན་མཁན་ཞིག་ཡིན་པ་ནི། དེ་རྣམ་གཞག་གི་ཆ་ནས་ཏ་ཅང་སྣ་བསྡུས་ཤིག་ཡིན་ཡང་། རྣམ་གཞག་དེས་གང་ཞིག་སྟོན་དཔག་བྱས་པའི་རྒྱུད་རིམ་གང་པོ་དེ་ཆེ་རབས་འབུམ་ཕྲག་ཁ་ཤས་ཀྱི་ནང་ཚུན་དུ་མཇུག་བསྒྲིལ་བ་ཞིག་ཡིན་པ་དེ་ཡིན།

ཚན་རིག་ལས་བརྒལ་བའི་འཕེལ་འགྱུར།

ཏ་ལམ་ཌར་ཝིན་གྱིས་བརྗོད་པའི་འཕེལ་འགྱུར་གྱི་རིགས་པའི་གཞུང་ལུགས་འདྲ་བ་གསར་བརྗེའི་རང་བཞིན་གྱི་ཚན་རིག་གི་རིགས་པའི་གཞུང་ལུགས་གཞན་དག་ད་བར་གཏན་ནས་བྱུང་སྲོང་མེད། ལོ་ངོ་བརྒྱ་ཕྲག་ཕྱེད་ཀྱི་ཡར་སྔོན་དུ་ཁོང་དང་ཝེ་ལེསི་རྣམ་གཉིས་ཀྱིས་སའི་གོ་ལའི་སྟེང་དུ་ཐོག་དང་པོར་རིག་པ་དེ་ངོ་སྤྲོད་གནང་བ་ནས་བཟུང་། གཞན་དག་མང་པོས་རིགས་པའི་གཞུང་ལུགས་དེ་ཚན་རིག་གི་ར་བའི་ཕྱི་རོལ་གྱི་ཚན་པ་དང་རིག་པ་དག་ཏུའང་ནང་འདྲེན་བྱས་ཡོད། དེ་ཡང་འགའ་ཤས་ཀྱིས་ཌར་ཝིན་གྱི་རིག་པ་དེར་ཚབས་ཆེའི་གཙུས་སྐྱུར་བཏང་སྟེ་མིའི་ལོ་རྒྱུས་ནང་བྱུང་བའི་ཚབས་ཆེ་བའི་གོད་ཆག་མང་པོ་དག་སྐྱེལ་བྱེད་པའི་ཕྱོགས་སུའང་བེད་སྤྱོད་བྱས་ཡོད། དཔེར་ན། 'ཕུལ་བྱུང་གི་མི་རིགས་'འདེམས་སྒྲུག་བྱས་ཆོག་པའི་རིག་པས་སྐུལ་སློང་བྱས་པ་ལ་བརྟེན་ནས་ཨ་རིའི་ནང་མི་རིགས་འདེམས་གསེས་ལས་འགུལ་ཞེས་པའི་ལས་འགུལ་དེ་གསར་དུ་ཚུགས་ལ། དེ་བཞིན་དུ། ཧི་ཊ་ལར་དང་ཁོང་གི་ན་ཛི་ཚོགས་པས་དེའི་ཐོག་ཏུ་གཙུས་སྐྱུར་སྣོན་མ་བཏབ་སྟེ། རིགས་རྫས་ཁྱད་དུ་འཕགས་པའི་མིའི་རིགས་ཟུར་གསལ་ཞིག་གྲུབ་པར་བལྟ་བའི་བསམ་ཚུལ་དེར་གཞུང་འབྲེལ་གྱི་སྒོ་ནས་གཏན་འབེབས་རྒྱབ་གནོན་ཡོང་བར་བེད་སྤྱོད་བྱས་ཏེ། མིའི་རིགས་ཉུས་གཞན་དག་འགའ་ཞིག་རྩ་མེད་དུ་གཏོང་ཉུང་བར་དག་འབུད་བྱས་ཡོད།

ཡང་བཟང་ཕྱོགས་ནས་བལྟས་ན། ཌར་ཝིན་གྱི་རིགས་པའི་གཞུང་ལུགས་དག་གིས་སྐད་ཡིག་དང་རིག་པ་ཉིད་ཐེ་བའི་རྩོག་འཛིང་ཅན་གྱི་དངོས་པོ་དང་རྒྱུད་རིམ་རྣམས་འཕེལ་འགྱུར་ཇི་ལྟར་བརྒྱུད་ཚུལ་ཐད་གོ་རྟོགས་ཇེ་ཟབ་ཏུ་གཏོང་བར་རམ་འདེགས་བྱས་ཡོད། རང་གི་བརྩམས་ཆོས"*མེ་མདའ་དང་། ཕྲ་འབུ་དང་། དྭངས་ལྕགས།*" ཞེས་པར་ཇ་རེཌ་ཌཡི་མོན་ཌ་གྱིས་ཌར་ཝིན་གྱི་རིག་པ་དྲངས་པའི་སྒོ་ནས་སྐྱེ་ལྡན་ཚན་རིག་ལས་གཞན་པའི་རིག་པ་རྣམས་ལའང་བསྒྱུར་དུ་བསམ་གཞིག་བྱས་ཆོག་པའི་ཕྱོགས་སུ་སེམས་འགུལ་ཐེབས་ངེས་ཀྱི་དཔེ་མཚོན་མང་པོ་འདོན་སྤེལ་བྱས་ཡོད། ཁོང་གིས་མིའི་འགྲོ་བའི་རིག་གཞུང་གི་ལོ་རྒྱུས་ཁྲོད་ཀྱི་འགྱུར་ཁུག་ཡོད་དོ་ཅོག་རང་བྱུང་འདེམས་སྒྲུག་གི་སྒོ་ནས་འགྲེལ་བཤད་བྱས་ཆོག་པར་ཆ་བཞག་བྱས་ཡོད། དེ་ཡང་ཁོང་གིས་ནེའུ་གྷི་ནི་ཡའི་ཡུལ་མི་ཞིག་གིས་ཁོང་ལ་བསྐུལ་བའི་དྲི་བ་ཞིག་གི་ལམ་ནས་རང་གི་བཤད་པའི་འགོ་བརྩམས་ལ། དེ་ལྟའི་དྲི་བ་དེ་ནི། ད་བར་ཡུ་རོབ་ཀྱི་མི་རིགས་དཀར་པོའི་རིག་གཞུང་དག་གིས་ཨ་ཕེ་རི་ཀ་དང་ཨ་མི་རི་ཀའི་རིག་གཞུང་ལ་ཚུར་བཙན་འཛུལ་དང་དབང་སྒྱུར་བྱས་ཡོད་པ་ལས། རིག་གཞུང་ཕྱི་མ་འདི་དག་གིས་ཕར་དེ་ལྟར་མ་བྱས་པའི་རྒྱུ་མཚན་གང་ཡིན་ནམ། ཞེས་པ་དེ་ཡིན།

were in an environment that happened to have plants and animals that could be domesticated (and there are very few such plants and animals) were able to settle down and farm. This led to human settlements in which the plants and animals 'did the work' people had previously had to do. This freed up the people and their brains for more time to think, more time to develop better ways to do things—first to make their food attainment even more efficient (inventing firearms, plows, etc.) and then eventually to move on from there to become more creative in even more ways. Meanwhile, the peoples who were not in environments that happened to have domesticable plants or animals could not settle down and invent, but had to devote most of their energy to obtaining food and other basic needs. So, one culture can dominate another based on a long history of advantages provided by the environment and the adaptation by the humans to that environment. Sound familiar?

So perhaps we can expand Dobzhansky's statement with which we started this book to say '*nothing* makes sense without evolution'. Perhaps. Regardless, evolution is clearly the foundation of all biology. As you continue to study cells and genes, and the even more complex systems of biology and neuroscience, this will become more and more evident.

ཊཡི་མོན་ཊ་ཡིས་དེའི་ལན་དུ་ཡིད་དབང་འགུག་པའི་རྣམ་གཞག་ཅིག་བསླངས་ནས། གནད་དོན་དེ་མིའི་ཚོགས་སྡེ་སོ་སོ་གང་དུ་ཆགས་པའི་ཁོར་ཡུག་དང་གཙོ་ཆེར་འབྲེལ་བ་ཡོད་ལུགས་བསྒྲུབས་ཡོད། ཁོང་གི་བསམ་ཚུལ་དེ་དག་སླ་བསྡུས་སུ་བཤད་ན་འདི་ལྟར། མིས་བདག་གསོས་རྒྱག་ཉུང་བའི་རྩི་ཤིང་དང་དུད་འགྲོ་སེམས་ཅན་ཡོད་སའི་(སྤྱིར་ན་དེ་འདྲའི་རྩི་ཤིང་དང་སེམས་ཅན་ཞུང་ཤས་ལས་མེད།)ཁོར་ཡུག་གི་ཁྲོད་དུ་འཚོས་པའི་མི་རྣམས་ཞིང་ལས་ལ་རོལ་བཞིན་དུ་སེམས་ཁམས་སྐྱིད་ལ་ཕབ་སྟེ་འཚོ་གནས་བྱེད་ཐུབ་ཡོད། འདི་ལ་བརྟེན་ནས་ག་ལེར་མིའི་གཞིས་སྒར་ཆགས་ལ། དེར་སྟུར་མིས་བསྒྲུབས་པའི་ལས་རྣམས་རིམ་གྱིས་རྩི་ཤིང་དང་དུད་འགྲོ་སེམས་ཅན་དག་ལ་བཀལ་ཞིང་། འདིས་མི་རྣམས་ལ་ལས་ཀ་ལས་གྲོལ་བ་དང་ཆབས་ཅིག་བསམ་གཞིག་ལ་རོལ་བའི་གོ་སྐབས་བྱིན། བྱ་བ་སྒྲུབ་ཚུལ་སྟར་བས་ལེགས་འགྱུར་ཇི་ལྟར་བྱ་བའི་བསམ་གཞིག་ལ་སྐྱིད་བདེར་རོལ་བས། ཐོག་དང་པོར་(བཙོན་ཆས་དང་གཞོང་པ་བཟོ་སྐྲུན་ལ་སོགས་ཀྱི་བརྒྱུད་ནས་)གཟབ་ཆས་ཐོན་སྐྱེད་གོང་མཐོར་དང་འཕྲུས་ཚང་གཏོང་བར་གཞོལ་ལ། དེ་ནས་རིམ་གྱིས་བྱེད་ཐབས་སྣེ་མང་སྙོམས་སྟར་བས་ཀྱང་ལྷག་པའི་རྣམ་དཔྱོད་ཀྱི་རྩལ་ལ་རོལ་ཐུབ་པ་བྱུང་། ཡང་ཕྱོགས་གཞན་དུ། མིས་བདག་གསོས་རྒྱག་ཉུང་བའི་རྩི་ཤིང་དང་དུད་འགྲོ་སེམས་ཅན་མེད་སའི་ཁོར་ཡུག་གི་ཁྲོད་དུ་འཚོས་པའི་མི་རྣམས་སྐྱིད་ཕབ་སྟེ་འཚོ་གནས་མི་ཐུབ་ཅིང་གསར་གཏོད་ལ་སོགས་པར་ཞུགས་པའི་དལ་བའང་མེད། དེར་མ་ཟད་རང་གི་ནུས་ཤུགས་ཕལ་ཆེར་གཟབ་ཆས་གཙོས་པའི་གཞི་རིམ་གྱི་དགོས་མཁོ་བསྒྲུབ་པར་གཏོང་དགོས། དེས་ན། ཁོར་ཡུག་གིས་བསྐྲུན་པའི་ཁེ་ཕན་ཡུན་རིང་སོན་པ་དང་། ཁོར་ཡུག་དེར་མི་རྣམས་ཀྱིས་བསྟུན་འཕྲོད་རྒྱུན་པར་བྱས་པའི་བྱེད་ནུས་ལ་བརྟེན་ནས་མིའི་རིག་གཞུང་གཅིག་གིས་གཞན་སྟེང་དུ་དབང་སྒྱུར་བྱེད་ཐུབ་པ་བྱུང་བ་ཡིན། འདི་སྟར་ནས་གོ་སྒྲིང་ཚོར་སྒྲིང་ལྟ་བུ་ཞིག་འདུག་གམ།

དེ་ལྟར་ན། གོང་དུ་ང་ཚོས་སློབ་དེབ་ཀྱི་འགོར་བྲངས་པའི་སྐུ་ཞབས་ཪོབ་ཞནསི་ཀི་ཡི་སྨོམ་ཚིག་དེར་ཅུང་ཟད་རྒྱ་བསྐྱེད་དེ། "འཕེལ་འགྱུར་ལ་མ་བརྟེན་པར་གཞི་གང་གི་ཡང་གནས་ལུགས་འགྲེལ་མི་ཐུབ།"ཅེས་བཤད་ན་ཏ་ལམ་ཚོག་པ་ཡིན། ཏ་ལམ། འོན་ཀྱང་འཕེལ་འགྱུར་གྱི་རིག་པ་འདི་སྐྱེ་དངོས་རིག་པ་ཀུན་གྱི་རྨང་གཞི་ཡིན་པ་ནི་སྨོས་མི་དགོས་པ་ཞིག་རེད། ཁྱོད་ཀྱིས་ཐ་ཕྱུང་དང་རིགས་རྫས་ཀྱི་སྐོར་དང་། ལྷག་པར་དབང་རྩ་རིག་པ་དང་སྐྱེ་དངོས་རིག་པའི་མ་ལག་རྙོག་འཛིང་ཆེ་བ་གཞན་དག་སྐོར་སློབ་གཉེར་སྔ་མཐུད་དུ་བྱེད་རིམ་བཞིན་གོང་གསལ་གནད་དོན་དེ་ཇེ་གསལ་ཇེ་གསལ་དུ་འགྱུར་ངེས་ཡིན།། །།

དབྱིན་བོད་ཤན་སྦྱར་གྱི་ཐ་སྙད་མཛོད།

Amber	ཐང་ཆུ་སྐམ་རོ། སྤོས་ཤེལ།
Amphibia	སྐམ་རློན་གཉིས་འཚོས་སྲོག་ཆགས།
antibiotics	གཉན་འཇོམས།
antibiotics resistance	གཉན་འཇོམས་ནུས་འགོག
archaea	ཨར་ཀི་ཕྲ་སྲིན།
Artificial selection	མིས་བཟོས་འདེམས་སྒྲུག
Bacteria	འབུ་ཕྲའི་རིགས།
Bacteriods	འབུ་ཕྲའི་རིགས་འདྲ།
Base analog	གཞི་མའི་ཚབ་རྫས།
Biochemical pathways	སྐྱེ་ལྡན་དང་རྫས་འགྱུར་སྤྲེལ་བའི་རྣམ་པ།
bristlecone pine	ཚེ་རིང་ཐང་ཤིང་།
Cambrian explosion	ཀེམ་བི་རི་ཡན་འཕེལ་མཆེད།
Canis familiaris	ཀེ་ནི་ཁྱི་རིགས།
Carl Linnaeus' naming system	ཀ་རལ་ལི་ནི་ཡསི་ལུཏ་ཀྱི་རིཏ་དབྱེའི་མ་ལག
Cartilagenous Fish	ཉ་ཕྲུམ་རུས་ཅན།
chambered nautilus	ཚང་ལྡན་འགྲོན་བུ།
clades	ཚོ།
Coelacanths	ཉ་ཚེར་གཞུང་ཅན།
Coevolution	ཟུང་འབྲེལ་འཕེལ་འགྱུར།
Constriction	བསྡུ་སྐུམ་གྱི་བྱེད་རིམ། བསྡུ་སྐུམ།
coring device	འདྲུད་བྱེད་ཡོ་ཆས།
Cork	ཤིང་ལྤགས་ཀྱི་ཕྱི་ཤུན།
Cortical cells	གོར་སྐྱི་ཕྲ་ཕུང་།
Co-speciation	ཟུང་འབྲེལ་གྱེས་འགྱུར།
Crocodilians	ཆུ་སྲིན་སྦེའི་གོག་འགྲོའི་སྲོག་ཆགས།
cytochrome b5	ཕྲ་ཚོན་སྦི་༥པ།
Daughter atoms	བུ་རྡུལ།
Deep Field	རྫམས་ཆེ་བའི་ཁྱུལ།
Deep time	ཕུགས་ཐག་རིང་བའི་དུས།
deoxyribonucleic acid	འཚོ་དབུཏ་བྲལ་ཉིང་མངར་ཉིང་སྐྱུར་རྫས།
double helix	གཉིས་འཁྱུད་སྐས་ཀྱི་བཀོད་པ།
E.coli	ཨི་ཀོ་ལི་འབུ་ཕྲ།
eugenics movement	མི་རིགས་འདེམས་གསེས་ཀྱི་ལས་འགུལ།
eukaryota	ཉིང་ཅན་སྐྱེ་ལྡན།
eukaryotic cells	ཉིང་ཅན་ཕྲ་ཕུང་།
fertilization	ས་བོན་འདྲེས་སྦྱོར་གྱི་གོ་རིམ།
Fixation	སྦྱུར་བཀོལ། སྦྱུར་བཀོལ་གྱི་བྱེད་རིམ།
flatworms	འབུ་ལེབ།
flus	ཆམ་ཚད་ཀྱི་རིགས་ཤིག
Gamete	ཁམས་བུབས།
Gene flow	རིགས་རྫས་བཞུར་རྒྱུན།
Genetic drift	རིགས་རྫས་གྱུར་རྒྱུ།
Geneticist	རིགས་རྫས་རིག་པ་བ།
Germs	འབྲི་འབུ།
Gigatons	ཏོན་ཐེར་འབུམ་ཕྲག
Gray	ཐལ་མདོག ཁ་དོག་སྐྱ་བོ།
Groundbreaking	རྣམ་དཔྱོད་གསར་པའི་རང་བཞིན།
half-life	ཕྱེད་ཟད་དུས་ཡུན།
Hominids	སྤྲ་མི་ཁྱིམ་བརྒྱུད།
Homo sapiens	སད་མི།
Homologies	ཁུངས་མཐུན་ཁྱད་རྣམས།
Hyracotherium (Echippus) (dawn horse)	གདོད་མའི་རྟ།
Ice core	འཁྱགས་པའི་ནང་སྙིང་།
Ice coring	འཁྱགས་ཉིང་འདྲུ་རིམ།
Influenza	ཚད་རིམས་སློང་བའི་ནད་དུག
Intercalating agents.	གསེབ་འཛུག་བྱེད་རྐྱེན།
Ionizing radiation	གྱེས་རྡུལ་སློང་བའི་འགྱེད་འཕྲོའི་བྱེད་རིམ།
Karyotypes	ཚོས་གཟུགས་སྣར་སྒྲིག
Lampreys	ཉ་པད་པ།
Legumes	ལེ་གུམ་ཁྱིམ་གྱི་རྩི་ཤིང་།
lichen	ལི་ཁེན་ཕྱི་པགས།
Lungfish	གློ་ཉ།
Macroevolution	འཕེལ་འགྱུར་རགས་པ།
mammary glands	ནུ་མའི་རྨེན་བུ།
Marsupial Mammals	ཁུག་ལྡན་ནུ་གསོས་སེམས་ཅན།
Microevolution	འཕེལ་འགྱུར་ཕྲ་མོ།
Migration	གནས་སྤོས།
molten mass	མེ་ཞུན་གྱི་གོང་བུ།
Monotreme Mammals	སྒོ་གཅིག་ནུ་གསོས་སེམས་ཅན།
Mutagens	འགྱུར་ལྡོག་བྱེད་རྐྱེན།
Mutation	རྒྱུན་ལྡན་མིན་པའི་འགྱུར་བག
Natural selection	རང་བྱུང་འདེམས་སྒྲུག
Non-avian Dinosaurs	གཤོག་མེད་གཏུམ་འབྲུག
Ornischian Dinosaurs	འདབ་ཆཏ་འདྲ་བའི་གཏུམ་འབྲུག
Parent atoms	མ་རྡུལ།
peppered moth	སྲིལ་འབུ་སྐྱ་ཕྲ།
Phenotype	རིགས་རྫས་མངོན་རྣམ།
phosphoric salts	ཕུ་སིའི་ཚྭ།
Phylogeney	ཚོགས་སྡེའི་འཕེལ་རིམ།
Placental Mammals	ཤ་མ་ཅན་གྱི་ནུ་གསོས་སྲོག་ཆཏ།
Placoderms	ཉ་ཁྲབ་མགོ་ཅན།
Pneumonia	གློ་ཚད་ནད་གཞི།
Population	ཚོགས་འདུས།
Primate phylogeny	སྤྲི་ལྡན་སྡེའི་ཚོགས་སྡེའི་འཕེལ་རིམ།
Primate	སྤྲི་ལྡན་སྡེའི་སེམས་ཅན།
prokaryota	ཉིང་བྲལ་སྐྱེ་ལྡན།
radioactive decay chain	འགྱེད་འཕྲོའི་རང་བཞིན་གྱི་ཞིག་འགྱུར་གོ་རིམ།

radiometric analysis	འགྱེད་འཕྲོའི་དཔྱད་ཐབས།
Ray-finned Fish	ཉ་ཟེར་གཤོག་ཅན།
Rhizobium bacteria	རཡི་ཛོ་བྷི་ཡམ་འབུ་སྲ།
Root hair	རྩད་སྤུ།
Root nodule	རྩད་པའི་འབུར་གཟུགས།
Salamanders	སྐོགས་མེད་རྩངས་བུའི་རིགས།
Sauropsida	རྩངས་གདོང་ཚོགས་ཀྱི་སྲོག་ཆགས།
Seasnail	མཚོ་སླུག་འབུ།
secondary structure	རབས་གཉིས་པའི་སྣང་ཚུལ།
Sexual selection	འདོད་སྤྱོད་འདེམས་སྒྲུག
Speciation	གྱེས་འགྱུར།
Synnapsida	ཐུ་གསོས་རེཏ་ཀྱི་ཡང་ཚན་སྲོག་ཆཏ།
Tectonic plates	ས་ཤུན་ཕུང་པོ། ས་ཕུང་ཆེན་པོ།
ultraviolet light	སྨུག་ཕྱིའི་འོད།
Ultraviolet radiation	སྨུག་ཕྱིའི་འགྱེད་འཕྲོ།
Vertebrates	སྒལ་ཚིགས་ཅན་གྱི་སྲོག་ཆགས།