

## AKTUALITY

## SVANTE PÄÄBO – LAUREÁT NOBELOVY CENY ZA FYZIOLOGII A LÉKAŘSTVÍ V ROCE 2022

Kristýna Brzobohatá

Oddělení genetiky a molekulární biologie – Přírodovědecká fakulta, Masarykovy Univerzity Brno

Laureáti Nobelovy ceny, nejvyššího možného ocenění za vědecký přínos, jsou každoročně vyhlašováni v průběhu října. O jejím udělení rozhoduje komise složená z vědců z Karolinska institut, členové Švédské akademie věd a v případě Nobelovy ceny míru norský parlament. Slavnostní ceremoniál spojený s jejich předáním probíhá tradičně 10. prosince, v den výročí úmrtí jejího zakladatele Alfreda Nobela, a kromě oceněných vědců se ho účastní i švédská královská rodina. První Nobelovy ceny byly uděleny v roce 1901 a byly rozděleny do pěti kategorií: Nobelova míru, Nobelova cena lékařství a fyziologii, Nobelova cena za chemii, Nobelova cena fyziku, Nobelova cena za literaturu a Nobelova cena za ekonomii.

V roce 2022 byla Nobelova cena za fyziologii a lékařství udělena švédskému evolučnímu biologovi Svante Pääbemu, působilému na Max Planck Institute for Evolutionary Anthropology v Lipsku. Svante Pääbo zasvětil svůj profesní život výzkumu evoluce, zejména evoluce člověka pomocí analýzy starobylé DNA (ancient DNA, aDNA). Dosud v historii udělování Nobelových cen nebyl oceněn výzkum, který by tak úzce souvisel s antropologií, jako práce Svante Pääba a proto o něm a jeho práci přinášíme krátký medailonek.

Svante Pääbo se narodil v roce 1955 ve Stockholmu estonské chemičce Karin Pääbo. Jeho otcem je švédský biochemik, taktéž nositel Nobelovy ceny, Sune Bergström (1916–2004). Jednalo se však o aféru a svého otce nikdy blíže nepoznal. Svante Pääbo se nejdříve zajímal o studium jazyků, vystudoval ale medicínu na univerzitě v Uppsale. Pokračoval zde také jako postgraduální student, ve své disertaci, kterou obhájil v roce 1986, se zabýval adenoviry.

Souběžně s prací na doktorátu začal také s experimenty, jejichž cílem bylo prokázat, že DNA perzistuje v historických tkáňích tisíce let, a to i po dlouhé době deponace a je možné ji analyzovat podobně jako DNA ze současných vzorků (Pääbo, 1984; Pääbo, 1985).

Po získání doktorátu v roce 1986 působil v Kalifornii, na Kalifornské univerzitě v Berkeley a od roku 1990 učil také na Mnichovské univerzitě. Pääbo v Německu zůstal a roce 1997 založil Institute for Evolutionary Anthropology na Max Planck Institutu a zformoval tak nový obor – paleogenetiku, eventuelně archeogenetiku. Tým pod jeho vedení zavedl kompletní metodiku práce s aDNA a zásady analýz z historických tkání (Pääbo, 1987; Pääbo, 1989, Pääbo *et al.*, 1989; Höss *et Pääbo* 1993).

K jeho průlomovým objevům patří sekvenování genomů vyhynulých hominidů (Krings *et al.*, 1997; Noonan *et al.*, 2006; Green *et al.*, 2006; Green *et al.*, 2008) a jejich komparace s genomem šimpanze (Ebersberger *et al.*, 2002; Kitano *et al.*, 2003; Cheng *et al.*, 2005), anatomicky moderního člověka a archaického člověka (Krause *et al.*, 2010). Díky nim víme, jak se od

sebe tyto druhy, či poddruhy geneticky lišily, které geny jsou specifické pouze pro anatomicky moderního člověka či neandrtálce (Enard *et al.*, 2002). Odhalil také, že neandrtálec zanechal s anatomicky moderním člověkem potomky, kteří osídlili planetu Zemi, kromě Afriky (Reich *et al.*, 2011; Sankararaman *et al.*, 2012; Hajdinjak *et al.*, 2021). Každý z nás v sobě dosud nese asi 2 % DNA neandrtálce s geny, které nám velkou měrou pomohly přežít nehostinné glaciály. Díky analýze aDNA se Pääbemu také podařilo objevit zcela nový poddruh *Homo sapiens*, který v paleolitu obýval Asii – Denisovana (Krause *et al.*, 2010; Reich *et al.*, 2010; Meyer *et al.* 2012; Zhang *et al.*, 2020). Vzpomínky na svou kariéru, začátku a rozvoj paleogenetiky s nahlédnutím do soukromého života, poutavě shrnul v knize *Neanderthal Man: In Search of Lost Genomes* (2014). Kniha byla velmi dobře přijata i kritiky. V roce 2007 navštívil Brno, kde v rámci série přednášek Mendel Lectures přednesl příspěvek o výzkumu genu FOXP2, který je zodpovědný za lidskou schopnost řeči.

- Pääbo, S. (1984). Über den Nachweis von DNA in altägyptischen Mumien. *Das Altertum*, 30, 213-218.
- Pääbo, S. (1985). Preservation of DNA in ancient Egyptian mummies. *Journal of Archaeological Science*, 12(6), 411-417.
- Pääbo, S. (1987). Molecular genetic methods in archaeology – a prospect. *Anthropologischer Anzeiger*, 45(1), 9-17.
- Pääbo, S. (1989). Ancient DNA: Extraction, characterization, molecular cloning, and enzymatic amplification. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, 86(6), 1939-1943
- Pääbo, S., Higuchi, R. G., & Wilson, A. C. (1989). Ancient DNA and the polymerase chain reaction: The emerging field of molecular archaeology (Minireview). *The Journal of Biological Chemistry*, 264(17), 9709-9712.
- Höss, M., & Pääbo, S. (1993). DNA extraction from Pleistocene bones by a silica-based purification method. *Nucleic Acids Research*, 21(16), 3913-3914.
- Krings, M., Stone, A. C., Schmitz, R. W., Krainitzki, H., Stoneking, M., & Pääbo, S. (1997). Neandertal DNA sequences and the origin of modern humans. *Cell*, 90(1), 19-30
- Krings, M., Capelli, C., Tschentscher, F., Geisert, H., Meyer, S., Haeseler, A. v., Grossschmidt, K., Possnert, G., Paunovic, M., & Pääbo, S. (2000). A view of Neandertal genetic diversity. *Nature Genetics*, 26, 144-146.
- Ebersberger, I., Metzler, D., Schwarz, C., & Pääbo, S. (2002). Genomewide comparison of DNA sequences between humans and chimpanzees. *American Journal of Human Genetics*, 70(6), 1490-1497
- Enard, W., Przeworski, M., Fisher, S. E., Lai, C. S. L., Wiebe, V., Kitano, T., Monaco, A. P., & Pääbo, S. (2002). Molecular evolution of FOXP2, a gene involved in speech and language. *Nature*, 418(6900), 869-872.
- Kitano, T., Schwarz, C., Nickel, B., & Pääbo, S. (2003). Gene diversity patterns at 10 X-chromosomal loci in humans and chimpanzees. *Molecular Biology and Evolution*, 20(8), 1281-1289
- Cheng, Z., Ventura, M., She, X., Khaitovich, P., Graves, T. A., Osoegawa, K., Church, D., de Jong, P., Wilson, R. K., Pääbo, S., Rocchi, M., & Eichler, E. E. (2005). A genome-wide comparison of recent chimpanzee and human segmental duplications. *Nature*, 437(7055), 88-93



- Noonan, J. P., Coop, G., Kudaravalli, S., Smith, D., Krause, J., Alessi, J., Chen, J., Platt, D., Pääbo, S., Pritchard, J. K., & Rubin, E. M. (2006). Sequencing and analysis of Neanderthal genomic DNA. *Science*, 314, 1113-1118
- Green, R. E., Krause, J., Ptak, S. E., Briggs, A. W., Ronan, M. T., Simons, J. F., Du, L., Egholm, M., Rothberg, J. M., Paunovic, M., & Pääbo, S. (2006). Analysis of one million base pairs of Neanderthal DNA. *Nature*, 444, 330-336
- Green, R. E., Malaspinas, A.-S., Krause, J., Briggs, A. W., Johnson, P. L. F., Uhler, C., Meyer, M., Good, J. M., Maricic, T., Stenzel, U., Prüfer, K., Siebauer, M., Burbano, H. A., Ronan, M. T., Rothberg, J. M., Egholm, M., Rudan, P., Brajkovic, D., Kucan, Z., Gusic, I., Wikström, M., Laakkonen, L., Kelso, J., Slatkin, M., & Pääbo, S. (2008). A complete Neanderthal mitochondrial genome sequence determined by high-throughput sequencing. *Cell*, 134(3), 416-426
- Krause, J., Briggs, A. W., Kircher, M., Maricic, T., Zwyns, N., Derevianko, A. P., & Pääbo, S. (2010). A complete mtDNA genome of an early modern human from Kostenki, Russia. *Current Biology*, 20(3), 231-236
- Krause, J., Fu, Q., Good, J. M., Viola, B., Shunkov, M. V., Derevianko, A. P., & Pääbo, S. (2010). The complete mitochondrial DNA genome of an unknown hominin from southern Siberia. *Nature*, 464(7290), 894-897
- Reich, D., Green, R. E., Kircher, M., Krause, J., Patterson, N., Durand, E. Y., Viola, B., Briggs, A. W., Stenzel, U., Johnson, P. L. F., Maricic, T., Good, J. M., Marques-Bonet, T., Alkan, C., Fu, Q., Mallick, S., Li, H., Meyer, M., Eichler, E. E., Stoneking, M., Richards, M., Talamo, S., Shunkov, M. V., Derevianko, A. P., Hublin, J.-J., Kelso, J., Slatkin, M., & Pääbo, S. (2010). Genetic history of an archaic hominin group from Denisova Cave in Siberia. *Nature*, 468(7327), 1053-1060
- Sankararaman, S., Patterson, N., Li, H., Pääbo, S., & Reich, D. (2012). The date of interbreeding between Neandertals and modern humans. *PLoS Genetics*, 8(10): e1002947
- Hajdinjak, M., Mafessoni, F., Skov, L., Vernot, B., Hübner, A., Fu, Q., Essel, E., Nagel, S., Nickel, B., Richter, J., Moldovan, O. T., Constantin, S., Enderova, E., Zahariev, N., Spasov, R., Welker, F., Smith, G. M., Sinet-Mathiot, V., Paskulin, L., Fewlass, H., Talamo, S., Rezek, Z., Sirakova, S., Sirakov, N., McPherron, S. P., Tsanova, T., Hublin, J.-J., Peter, B., Meyer, M., Skoglund, P., Kelso, J., & Pääbo, S. (2021). Initial Upper Palaeolithic humans in Europe had recent Neanderthal ancestry. *Nature*, 592, 253-25
- Zhang, D., Xia, H., Chen, F., Li, B., Slon, V., Cheng, T., Yang, R., Jacobs, Z., Dai, Q., Massilani, D., Shen, X., Wang, J., Feng, X., Cao, P., Yang, M. A., Yao, J., Yang, J., Madsen, D. B., Han, Y., Ping, W., Liu, F., Perreault, C., Chen, X., Meyer, M., Kelso, J., Pääbo, S., & Fu, Q. (2020). Denisovan DNA in Late Pleistocene sediments from Baishiya Karst Cave on the Tibetan Plateau. *Science*, 370(6516), 584-587