

Esperanto-Brno

Genetike modifitaj organismoj

Oldřich Arnošt Fischer

Prelego por la Esperantista Klubo en Brno, la 4-an de aprilo 2012

Se ni volas tralegi iun libron, ni bezonas scii lingvon kaj literojn. Lingvo de libro de la vivo estas ĥemia lingvo kaj literoj estas ĥemiaj kombinaĵoj. Nomo de la libro estas „deoksiribonuklea acido“ (DNA) (PLUHAŘ 2009). Baza parto de la deoksiribonuklea acido estas trihidrogena tetraaksofosfato (fosfata acido) H_3PO_4 . **(Bildo 1)** Tiu acido (F) estas enhavita ekzemple en ostoj, dentoj, sed ankaŭ en lavpulvoroj. Ĝi estas tre reaktiva kaj tial rapide kreas kombinaĵojn kun diversaj malpurecoj de lavotaĵo. Tio estas principo de lavpulvoroj. Krom tio la acido estas efika sterkaĵo. Tiu acido kapablas krei kombinaĵojn, longegajn ĉenojn, kun saĥaroj ribozo (R) kaj deoksiribozo (D). (Prefikso „deoksi-“ indikas derivaĵon de dekombinaĵo, de kiu estis forprenita oksigeno.) **(Bildo 2)**

En la ĉeno de la deoksiribonuklea acido regule alternas molekuloj de la fosfata acido (F) kaj la deoksiribozo (D). Tiu ĉeno havas aspekton de fadeno (...F – D – F – D – F...). Literoj estas kombinaĵoj adenino (A), gvanino (G), uracilo (U), timino (T) kaj citozino (C), derivaĵoj de purino kaj pirimidino. **(Bildo 3)** Tiuj kvin literoj kreas kodojn de ĉiuj ecoj de vivantaj organismoj. A, G, C kaj T liĝas kun deoksiribozo. Tial la ĉeno de deoksiribonuklea acido havas aspekton de longega linio, sur kiu estas molekuloj de kombinaĵoj A, G, T kaj C. **(Bildo 4)** Tiu ĉeno estas duobla, kreanta du spiralojn. La literoj de tiuj spiraloj estas kunligitaj de hidrogenaj pontetoj.

Adenino (A) povas krei parojn nur kun timino (T) aŭ uracilo (U). Gvanino (G) kreas parojn nur kun citozino (C) (NEČAS k.a. 1972).

Usonano James Dewey Watson (nask. 1928) kaj brito Francis Harry Compton Crick (1916 – 2004) ricevis por eksplikado de principo de deoksiribonuklea acido (DNA) Nobelpremion en la jaro 1953. Bedaŭrinde, ilia kunlaborantino Rosalind Franklin (1920 – 1958) tiun premion ne ricevis.

Nuntempe oni scias metodojn de izolado de la DNA de diversaj ĉeloj (VLÁŠKOVÁ & TŘEŠLOVÁ 2008a).

Dividonta ĉelo enhavas multe da molekuloj de kombinaĵoj F, D, R, A, G, U, T kaj C. Dum dividado la duobla spiralo de la DNA estas disvolvigita kaj eklaboras verkistoj. La verkistoj de la libro de vivo estas enzimoj kaj molekuloj de ribonuklea acido (RNA). Ribonuklea acido, kiu kreas nur mallongajn ĉenetojn (...F – R – F – R – F...) transportas literojn A, G, U, T kaj C. La RNA kompletigas la DNA-linion. Ĝi ĉiam kreas parojn A-U, G-C. Kontraŭ lineo de la DNA estas konstruita nova lineo (RNA), kiu estas negativo de la DNA enhavanta uracilon (U) anstataŭ timino (T). Sed novaj ĉeloj ne bezonos negativan lineon

de RNA kun uracilo, sed normalan DNA-n. Tial el negativa lineo estas konstruita pozitiva (normala) DNA. Ambaŭ novaj ĉeloj enhavas normalan DNA-n, same kiel gepatra ĉelo.

Kriminologoj ofte uzadas metodon nomatan „polimeraza ĉena reakcio“ (PCR). Farinto, kiu ekzemple sekse perfortis virinon, postlasis sian biologan spuron (sangon, spermon, salivojn), kiu enhavas ĉelojn. Nukleoj de la ĉeloj enhavas DNA-n, sed nur malmulte, kaj tio ne sufiĉas por ĥemia esplorado. Dum la reakcioj en specialaj iloj enzimo polimerazo konstruas sufiĉan amason de la DNA (VLÁŠKOVÁ & TŘEŠLOVÁ 2008b).

Longega molekulo de la DNA ne estas videbla en nedividanta ĉelo, ĉar ĝi estas dispersita en nukleo de la ĉelo (kaj ankaŭ en aliaj organetoj de la ĉelo: en mitokondrioj, ribozomoj kaj plazmidoj). Antaŭ dividado la DNA aperas kaj kreas formaciojn nomatajn ĥromosomoj. Kelkaj ĥromosomoj havas aspektojn de papilioj, aliaj estas stangetoj (HOLEČKOVÁ 1950, FISCHER k.a. 1994, NOVOTNÁ & CHUDOBA 2008ab). Seksaj ĥromosomoj de homoj havas aspektojn de literoj „X“ aŭ „Y“. (Bildo 5) Ĉiu organismo havas determinitan nombron de ĥromosomoj. Ekzemple homo havas 46 ĥromosomojn, bovo 60 ĥromosomojn, muŝo *Drosophila* nur 8 ĥromosomojn, sed karpoo eĉ 104 ĥromosomojn (Tabelo 1). Dum dividado de ĉelo la ĥromosomoj kreas parojn. Normala homa ĉelo enhavas 46 ĥromosomojn, tio estas dufoje 23 ĥromosomoj (2n). Ovo kaj spermio de homo havas nur 23 ĥromosomojn (n). (Bildo 6) Post gravedigo nova organismo (ido) havas 46 ĥromosomojn (2n).

Diversaj nombroj de ĥromosomoj estas unu de tialoj, kial diversaj specioj de organismoj estas hibridigeblaj aŭ ne. Musimono kun 54 ĥromosomoj estas sukcese hibridigebla kun ŝafo, kiu havas ankaŭ 54 ĥromosomoj, sed ne kun kapro (60 ĥromosomoj). Hundo (78 ĥromosomoj) estas hibridigebla kun lupo, sed ne kun vulpo (34-38 ĥromosomoj). Bovo (60 ĥromosomoj) estas hibridigebla kun jako kaj bizono (60 ĥromosomoj). Ĉevalo (64 ĥromosomoj) estas bone hibridigebla kun azeno (62 ĥromosomoj), sed idoj, muloj kaj hinoj, havas 63 ĥromosomojn kaj ne estas fekundaj. (Bildo 7) Antropoidoj (gorilo, orangutango kaj ĉimpanzo) havas 48 ĥromosomojn kaj ne estas hibridigeblaj kun homo (46 ĥromosomojn). (Bildo 8) (CHU & GILES 1956, CHURÝ k.a. 1966).

Geno estas sekcio de molekulo de DNA, kiu portas iun proprecon. Tralegi libron de la vivo ne estas tasko por unu sciencisto aŭ unu laboratorio. Multe da kunlaborantaj laboratorioj (scienca internacia konsorcio HUGO) „tralegis“ tutan genaron de homo en la jaro 2001.

Hibridigado donis al homoj multe da interesaj rasoj de bestoj. Ekzemple porko havas 14-15 torakajn vertebrojn. Sed porka raso landraso (*landrace*) havas 18 torakajn vertebrojn! Tio signifas: pli multe da viando! Diversaj rasoj de hundoj, kolumboj, katoj, kunikloj kaj fiŝoj, arboj, kiuj donas bongustajn fruktojn, belegaj floroj estas rezultoj de longtempa homa laboro. Sed hibridigado havas siajn limojn kaj malavantaĝojn. Ĝi ofte ne estas sukcesa. Ĝi longtempe ne donas rezultojn kaj estas multekosta: se oni hibridigas grenon, oni bezonas grenkampojn kaj longtempe atendas rikoltojn, por ke selektu la plej bonajn plantojn; se oni hibridigas bovojn, oni bezonas stalojn, furaĝon kaj precipe tempon, ĉar bovo estas fekunda kiel 19-monata kaj gravedeco daŭras 285 tagoj. Ne ĉiuj proprecoj estas utilaj kaj salubraj. Blankaj kunikloj kun bluaj okuloj ofte mortas, ĉar ili heredis genon de morto. Ankaŭ en homaj familioj estas heredecaj malsanoj, ekzemple hemofilio (difekto de sanga koaguliĝado) kaj daltonismo (malkapableco distingi verdan kan ruĝan kolorojn).

Sed nuntempe aperis novaĵo: gena inĝenierio! Anstataŭ organismoj genaj inĝenieroj hibridigas DNA-jn. Principo estas simpla, sed laboro estas malfacila. Laboristoj scias genetikajn informojn de hibridigontaj organismoj. Ili scias, ke certa sekcio de DNA (geno) enhavas bezonatan infomon. Ili izolas tiun genon kaj enĉelas ĝin en alian ĉelon, de kiu ili kreas tutan novan organismon. Genetike modifita organismo estas la organismo, kies DNA estis intence kaj nenature modifita.

Tiel estis kreitaj organismoj, kiuj neniam povus esti kreitaj de natura hibridigado. Ekzemple geno de porko estis enmetita en ĉelon de likopersiko. **(Bildo 9)** Homa geno estis enmetita en virbovon. Geno de skarabo lampiro estis enmetita en tobakon. Normala (natura) hibridigado neniam povus doni tiujn rezultojn. Tio ne estas teorioj. Tiuj eksperimentoj estis sukcesaj!

Gena inĝenierio povas esti utila. Se geno de produktado de insulino estas metita en bakterion *Escherichia coli*, la bakterio kapablas produkti homan insulinon, ku estas viv-necesa por diabet-malsanuloj.

Sed gena inĝenierio ankaŭ estas misuzebla. Ekzemple bakterio *Escherichia coli* normale vivas en dika intesto de homo kaj kreas tie vitaminojn. Sed biologoj kapablas enmeti ne tiun sendanĝeran bakterion genon de alia bakterio *Clostridium botulinum*. Tiu klostridio produktus botulotoksinon, unu de la plej efikaj venenoj de la mondo. La *Escherichia coli* kun geno de la geno de *Clostridium botulinum* produktus danĝeran toksinon (botulotoksinon), sed havus aspekton kaj aliajn propraĵojn de normala eŝeriĥio! Insidema biologia armilo!

Multe da biologoj, precipe kredantoj, protestas kontraŭ tiuj metodoj.

Defendantoj de genetike modifitaj organismoj argumentas, ke novaj teĥnologioj povas solvi problemoj de malsato en Afriko, Azio kaj Latina Ameriko, ke estas necesa trovi novajn fontojn de nutraĵoj por homaro. Kun gene modifitaj plantoj ni povas batali kontraŭ damaĝinsektoj, sarkindaĵoj, sekvoj de globala varmaĝo. Vere, ke genetike modifitaj organismoj ne kapablas solvi kaj neniam solvis problemon de malsato, ĉar produktado ne estas efika, se en tiuj malriĉaj landoj estas malbona distribuado de nutraĵoj kaj tiuj landoj produktas bananojn, kakaon, grankafon kaj aliajn produktojn por riĉa Eŭropo, anstataŭ produktoj por populacioj de tiuj malriĉaj landoj. Malriĉaj landoj ne povas aĉeti semojn de genetike modifitaj plantoj, kiuj estas protektitaj per patentoj, aŭ evolui proprajn genajn teĥnologiojn. Tial genetike modifitaj plantoj donas avantaĝojn al produktantoj kaj ne al konsumantoj.

Argumentoj kontraŭ GMO estas: danĝero de influado de naturo, danĝero de influado de sano de homoj kaj bestoj, fakto, ke GMO ne solvas problemon de malsato en Afriko kaj aliaj malriĉaj regionoj, danĝero de misuzado de genaj teĥnologioj. Ne estas solvitaj problemoj de natura hibridigado de modifitaj organismoj kun nemodifitaj organismoj (sovaĝaj organismoj). Neniu povas antaŭvidi sekvojn de tiuj hibridigadoj. Krom tio produktadon de GMO posedas supernaciaj monopoloj, kiuj povas eksuperi mondon. Ĉiuj GMO estas protektataj de patentoj kaj estas multekostaj. Ili ne donas avantaĝojn al konsumantoj, sed nur al produktantoj.

En Eŭropo estas kontraŭuloj de genetike modifitaj organismoj en Aŭstrio, Hungario, Italio, Grekio, Pollando kaj Latvio.

Favorantojn estas Nederlando, Unuiĝinta Reĝlando, Svedio, Hispanio, Portugalio kaj Ĉeĥa Respubliko. Multe da aliaj ŝtatoj ankoraŭ estas neŭtralaj (NILSSON 2012).

Genetike modifitaj organismoj, t. e. genetike modifita kotonplanto, rizo, sojo kaj maizo, jam estas uzataj, precipe en Usono, Kanado, Argentino, Indio kaj Brazilo (NILSSON 2012, STŘEDA 2012). En tiuj landoj genetike modifitaj organismoj ne estas markitaj kaj tial homoj de tiuj landoj ne povas libere decidiĝi, ĉu ili volas manĝi genetike modifitan rizon aŭ ne. En Ĉeĥa Respubliko estas uzata genetike modifita maizo Monsanto de tipo MON 810, kiu havas informon por produktado de toksino, kiu estas venenan por kelkaj insektaj specioj. La maizo ne estas uzata kiel homa nutraĵo.

En junio 2008 informis Ŝtata Agrokultura kaj Nutraĵa Inspekcio de la Ĉeĥa Respubliko, ke 38 mil paketoj da genetike modifita rizo LL 601 estis introducitaj en ĉeĥan merkaton. Ĉar tiu genetike modifita rizo ne estas permesita en landoj de la Eŭropa Unio, ĉiuj paketoj estis eliminitaj de ĉeĥa merkato.

Ĝino nomata GMO jam estis liberigita de laboratorioj. Ĉu li estas utila aŭ neutila kaj eĉ danĝera por la homaro?

Referencoj

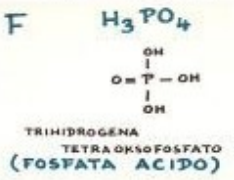

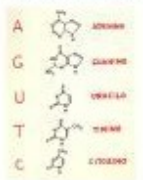






- FISCHER, O., MACHATKOVÁ, M., PECŮCHOVÁ, L., ZENDULKOVÁ, D. & HOŘINOVÁ, Z. (1994): Establishment and characteristics of a cell line from fetal bovine thyroid (FBTY). *Acta Veterinaria, Brno*, 63: 81-87.
- HOLEČKOVÁ, E. (1950): Cytologická analýza účinků derivátů kolchicinu v tkáňových kulturách. *Biologické listy*, 2: 96.
- CHU, E.H.Y. & GILES, N.H. (1956): Primate chromosome complements determined by tissue culture techniques. *Genetics*, 41: 637.
- CHURÝ, J., CRHA, J. & FRAŇO, J. (1966): *Biologie se základy zoologie*, 1-a eld., Prago, Státní zemědělské nakladatelství, 529 paĝoj.
- NEČAS, O., HOJA, Š., MACKŮ, J., MAGROT, T., SOŠKA, J. & ŠMARD, J. (1972): *Obecná biologie*, 2-a eld., Prago, Avicenum, 584 paĝoj.
- NILSSON, S. (2012): Stanovisko Evropského hospodářského a sociálního výboru k GMO v EU (dodatkové stanovisko). *Úřední věstník Evropské unie, C*, 68: 56-64.
- NOVOTNÁ, D. & CHUDOBA, D. (2008a): Cytogenetika, karyotyp, chromozomální aberace, paĝoj 33-35. En: ŠŤASTNÁ, S. (ed.): *Vybrané vyšetřovací metody v molekulární genetice a cytogenetice*. Prago, Ústav dědičných a metabolických poruch Všeobecné fakultní nemocnice, 50 paĝoj.
- NOVOTNÁ, D. & CHUDOBA, D. (2008b): Vizualizace chromozomů, paĝoj 37-38. En: ŠŤASTNÁ, S. (ed.): *Vybrané vyšetřovací metody v molekulární genetice a cytogenetice*. Prago, Ústav dědičných a metabolických poruch Všeobecné fakultní nemocnice, 50 paĝoj.
- PLUHAŘ, Z. (2009): *Chemický slovník esperantsko-český a česko-esperantský/Hemia vortaro Esperanta-Ĉeĥa kaj Ĉeĥa-Esperanta*. 1-a eld., Dobřichovice, Kava-Pech, 201 paĝoj.
- STŘEDA, L. (2012): Genetike modifitaj nutraĵoj. *Starto*, 1: 22-23.
- VLÁŠKOVÁ, H. & TŘEŠLOVÁ, H. (2008a): Izolace DNA, paĝoj 8-9. En: ŠŤASTNÁ, S. (ed.): *Vybrané vyšetřovací metody v molekulární genetice a cytogenetice*. Prago, Ústav dědičných a metabolických poruch Všeobecné fakultní nemocnice, 50 paĝoj.

VLÁŠKOVÁ, H. & TŘEŠLOVÁ, H. (2008b): PCR, paĝoj 12-14. En: ŠŤASTNÁ, S. (ed.): Vybrané vyšetřovací metody v molekulární genetice a cytogenetice. Prago, Ústav dědičných a metabolických poruch Všeobecné fakultní nemocnice, 50 paĝoj.

Tabelo 1 **Nombroj de ĥromosomoj (2n) de diversaj mambestoj**

homo	<i>Homo sapiens</i>	46
gorilo	<i>Gorilla gorilla</i>	48
orangutango	<i>Pongo pygmaeus</i>	48
ĉimpanzo	<i>Pan troglodytes</i>	48
makako	<i>Macaca mulatta</i>	42
ĉevalo	<i>Equus caballus</i>	64
azeno	<i>Equus asinus</i>	62
(mulo, hino		63)
bovo	<i>Bos taurus</i>	60
kapro	<i>Capra hircus</i>	60
ŝafo	<i>Ovis aries</i>	54
porko	<i>Sus scrofa</i>	38
hundo	<i>Canis familiaris</i>	78
vulpo	<i>Vulpes vulpes</i>	34-38 ?
kato	<i>Felis catus</i>	38
kuniklo	<i>Oryctolagus cuniculus</i>	44
leporo	<i>Lepus europaeus</i>	48
ĉinĉilo	<i>Chinchilla laniger</i>	64
ondatro	<i>Ondatra zibethica</i>	54
kobajo	<i>Cavia porcellus</i>	64
muso	<i>Mus musculus</i>	40
rato	<i>Rattus rattus</i>	42
mikroto	<i>Microtus arvalis</i>	46
hamstro	<i>Mesocricetus auratus</i>	44
kapreolo	<i>Capreolus capreolus</i>	70
cervo	<i>Cervus elaphus</i>	68
musimono	<i>Ovis musimon</i>	54
ĉamo	<i>Rupicapra rupicapra</i>	58
lavurso	<i>Procyon lotor</i>	38
galino	<i>Gallus gallus</i>	78
meleagro	<i>Meleagris gallopavo</i>	80
pavo	<i>Pavo cristatus</i>	78
ansero	<i>Anser anser</i>	80

anaso	<i>Anas platyrrhyncha</i>	80
cigno	<i>Cygnus cygnus</i>	80
kolumbo	<i>Columba livia</i>	80
karpo	<i>Cyprinus carpio</i>	104
ezoko	<i>Esox lucius</i>	18
muŝo	<i>Musca domestica</i>	12
drozofilo	<i>Drosophila melanogaster</i>	8
abelo	<i>Apis mellifica</i>	32
kulo	<i>Culex pipiens</i>	6

<p>Trihidrogena tetraoksofosfato (F)</p>  <p>TRIHIIDROGENA TETRA OKSO FOSFATO (FOSFATA ACIDO)</p> <p>Bildo 1</p>	<p>Saharaj deoksiribozo (D) kaj ribozo (R)</p>  <p>Bildo 2</p>	<p>Adenino (A), guanino (G), uracilo (U), timino (T) kaj citozino (C)</p>  <p>Bildo 3</p>
<p>Deoksiribonuklea acido (DNA)</p>  <p>Bildo 4</p>	<p>Di-kompletaj 46 kromozomoj</p>  <p>Bildo 5</p>	<p>Kompleto de kromozomoj de ovo (kun X-kromozomo) kaj spermio (kun Y-kromozomo)</p>  <p>Bildo 6</p>
<p>Hibridigo de asino kaj bovo estas ebla</p>  <p>Bildo 7</p>	<p>Hibridigo de homo (46 kromozomoj) kun gorila, orangutano aŭ ŝimpanzo (48 kromozomoj) ne estas ebla</p>  <p>Bildo 8</p>	<p>Porka geno estas sukcese ovulokopigita.</p>  <p>Bildo 9</p>