

Využití DNA při identifikaci člověka

CRIME SCENE

*RNDr. Pavel Lízal, Ph.D.
Přírodovědecká fakulta MU
Ústav experimentální biologie
Oddělení genetiky a molekulární biologie
lizal@sci.muni.cz*

Tajemství skrytá v DNA



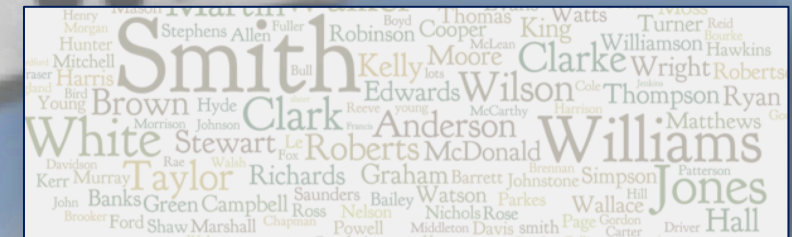
Využití DNA při identifikace člověka

Překvapivě nové možnosti identifikace člověka pomocí DNA



Příklady využití genetické rozmanitosti při studiu historických osobností

Genetika příjmení aneb lze předpovědět příjmení na základě DNA?





Slavnostně jsme pokřtili nový svazek edice Munice: DNA jako občanský prů

DNA jako občanský průkaz. Lekce z genetiky



Rok vydání: 2019

Počet stran: 113

Rozměry: 14,5 × 18,5 cm

Vazba: brožovaná

Obor: biologie, genetiky

ISBN: 978-80-210-9381-2

KOUPIT KNIHU

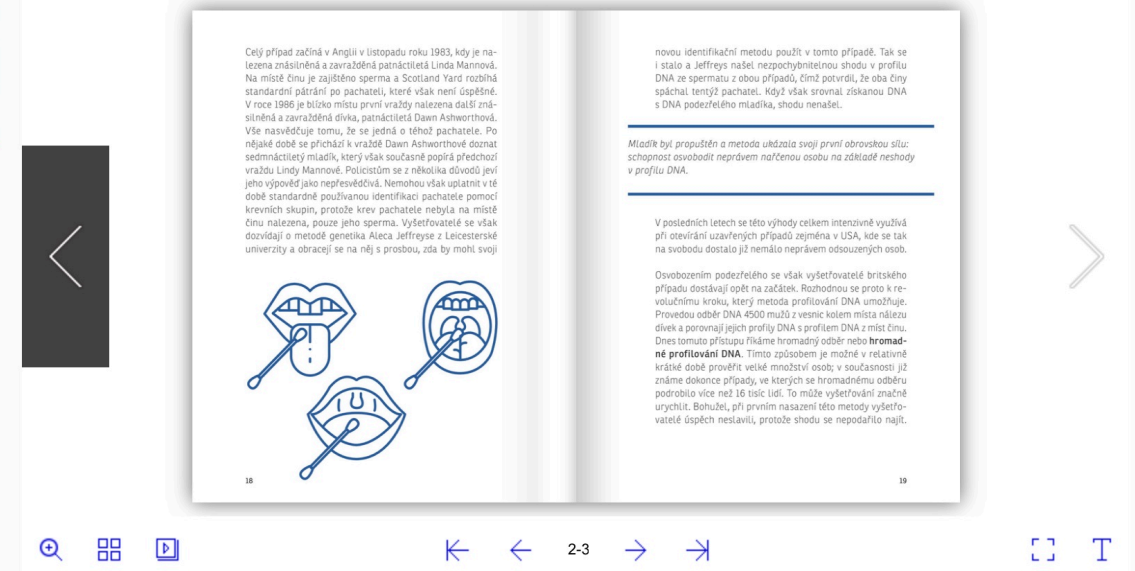
Studijní materiál

PAVEL LÍZAL

Čtvrtý svazek se soustředí na identifikační potenciál kyseliny deoxyribonukleové, nositelky dědičné informace. Jak nám analýza DNA pomáhá při hledání pachatelů trestných činů, obětí katastrof, ztracených příbuzných či dávných předků?

Ukázka z knihy

MUNI
PRESS



[Zobrazit na celou obrazovku](#)

Využití DNA při identifikaci člověka

iDNES.cz / Praha a střední Čechy Středa 1

iDNES.cz > Zprávy **Kraje** Sport | Kultura | Ekonomika | Bydlení | Technet | Ona | Revue | Auto

Praha a Středočeský kraj ▾ **Zprávy** Sport | Jízdní řády MHD | Práce | Reality

 Žena po letech hlídala malého syna, s pěti promile skončila v nemocnici

 VIDEO: Prchajícího zdrogovaného řidiče poslal k zemi policista v civilu 

Násilníka, který u metra mlátil lidi prknem z lavičky, usvědčila DNA

22. července 2015 15:43    

deník.cz ZPRÁVY SHOWBYZNYS ŽENY

VYBRAT MĚSTO ▾ ZPRÁVY ▾ SPORT ▾ ČERNÁ KRONIKA KULTURA Z REGIONU PODNIKÁNÍ

Lupiče usvědčila DNA stopa až po čtyřech letech

iDNES.cz / Zprávy

iDNES.cz > **Zprávy** Kraje | Sport | Kultura | Ekonomika | Bydlení | Tec

Domácí **Zahraniční** **Krimi** Kultura **Názory** **Uprchlíká krize** Zpátky d

 Na hranicích Chorvatska jsou miny, uprchlíci mezi ně mohou zabloudit

 Špatné podmínky ponižování. U se Česka boj aktivisté

DNA: U Kmetiněvsi vraždil školák

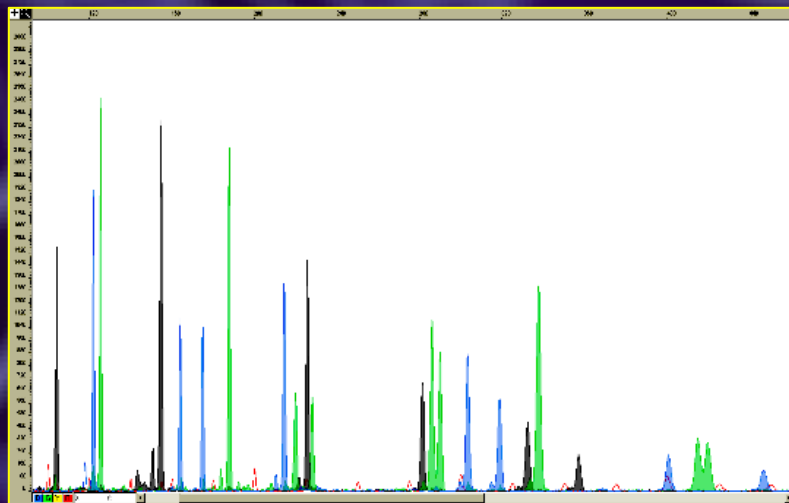
10. září 2004 13:32    

Na obviněného z vraždy ukázal vzorek číslo 1002. DNA dal muž dobrovolně

28. ledna 2015 15:16    

Muže obviněného z červnové vraždy sedmadvacetileté ženy u rybníka v Rumburku usvědčil vzorek DNA. Policisté v Rumburku a okolí odebrali sliny patnácti stovkám mužů do 35 let, pachatelův vzorek měl číslo 1 002. Že se shoduje s DNA nalezenou na těle zavražděné, potvrdila laboratoř před několika dny.

Předkládání důkazů aneb osnova přednášky



- profilování pomocí DNA - současnost
- identifikace pomocí chromozomu Y – zajímavá možnost
- další možnosti využití, zajímavosti

Identifikace jedince (např. pachatele trestného činu)

- antropometrie



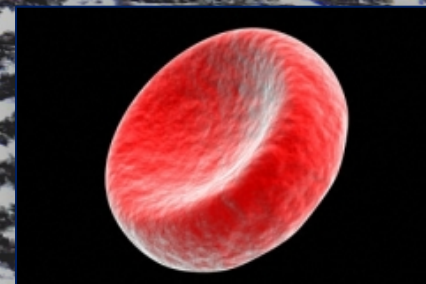
- krevní skupiny

pravděpodobnost shody dvou lidí např. v AB0 je však vysoká = 34 %

= asi každý třetí člověk má stejnou krevní skupinu v systému AB0

= shoda v krevní skupině u více podezřelých

= shoda v krevní skupině pachatele a oběti



- otisky prstů



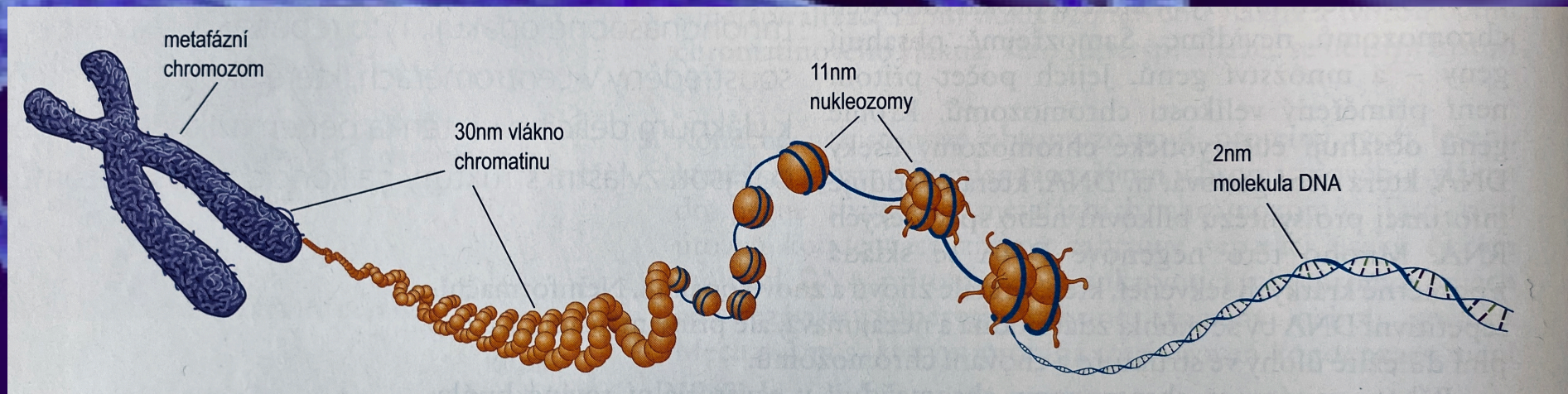
Identifikace pomocí DNA – DNA profilování

- podobně jako se lidé liší **otisky prstů**, existuje **odlišnost** také **na úrovni DNA**
- **nezanechat DNA** je **obtížnější** (krev, sperma, vlasy, kůže, pot, sliny)

Co je DNA

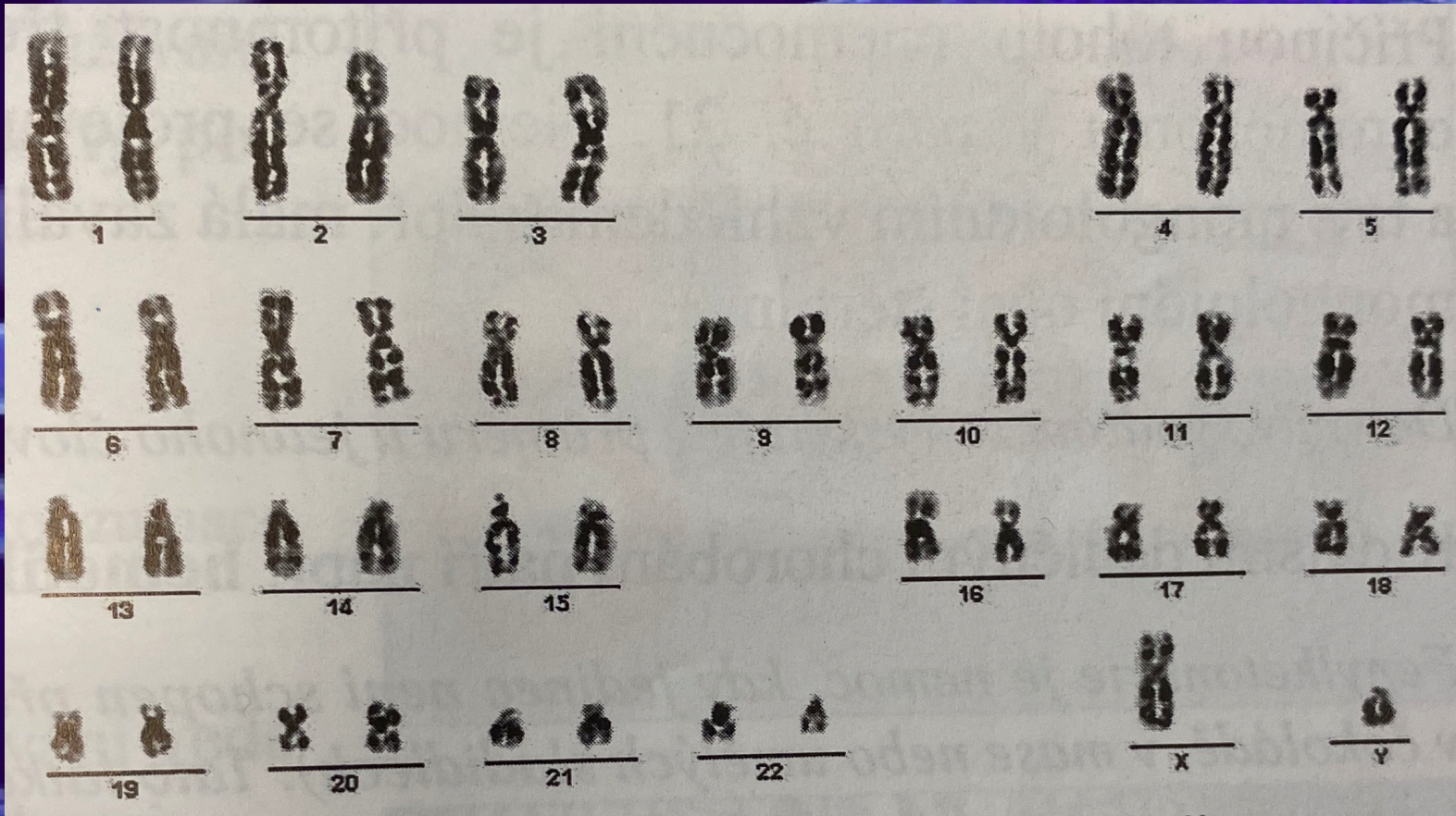
- má tvar **dvojité šroubovice**
- lze si ji představit jako **vlákno tvořené ze 4 druhů písmenek - A, T, C, G**
- jejich **pořadí představuje genetickou informaci** (sekvenci) - nekódující a kódující sekvence (geny)
- DNA se nalézá **v jádře buňky**

CAATATTATTACATGTCGTAATCATGCAACCTAA



Co je DNA

- lze ji zviditelnit jako barvitelné útvary - **chromozomy**
- člověk má takových **chromozomů 46** - od každého z rodičů dostáváme **23 párů**
- z nich jsou dva tzv. **pohlavní chromozomy - X a Y**



Identifikace pomocí DNA – DNA profilování

- podobně jako se lidé liší **otisky prstů**, existuje **odlišnost** také **na úrovni DNA**
- **nezanechat DNA** je **obtížnější** (krev, sperma, vlasy, kůže, pot, sliny)
- v **DNA** se analyzují tzv. **krátká tandemová opakování (STR)**

TCCCAAGCTCTTCCTCTTCCCTAGATCAATACAGACAGAAGACAGGTG **GATAGATA**
GATAGATAGATAGATAGATAGATAGATAGATAGATAGATATCATTGAAAGACAAAAC
AGAGATGGATGATAGATACATGCTTACAGATGCACAC



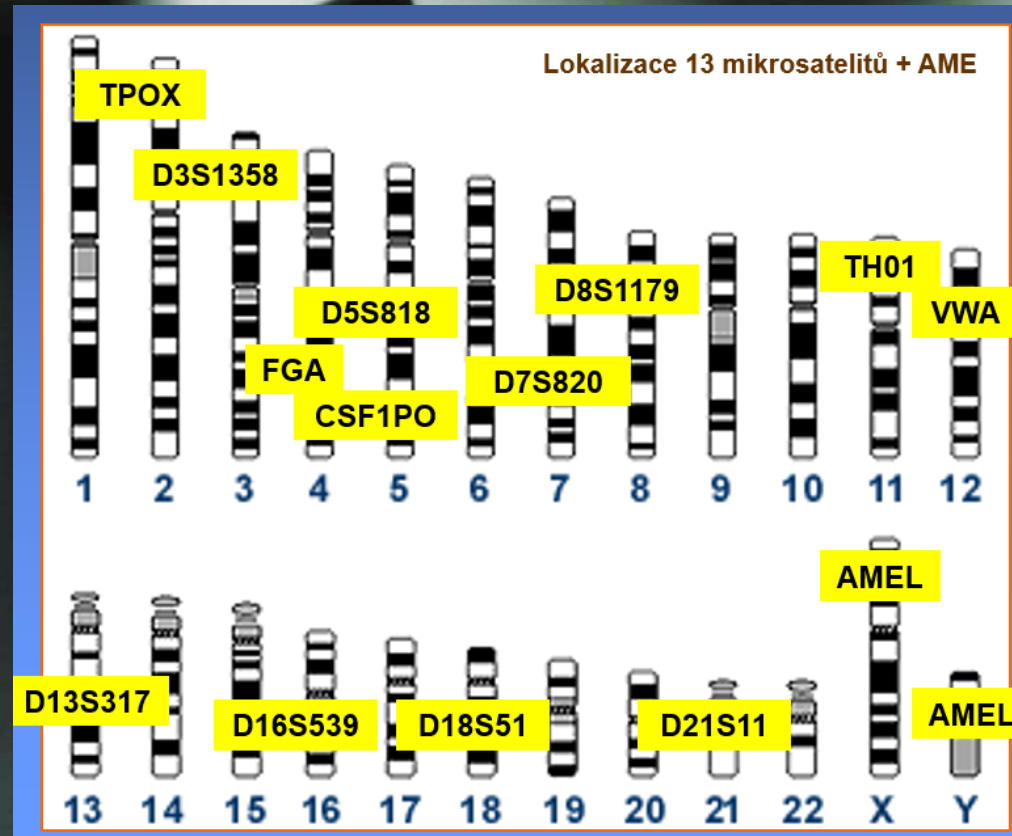
Tato opakování mají jednoduchou mendelistickou dědičnost:

matka	x	otec
8/8		7/7
potomek		
8/7		

- *testy otcovství*
- *identifikace obětí hromadných neštěstí a katastrof*

Identifikace pomocí DNA – DNA profilování

- dnes se využívá **15** takových **sekvencí**



D3S1358	15/17
TH01	7/9
D21S11	29/31
D18S51	17/18
Penta E	5/13
D5S818	12/13
D13S317	8/11
D7S820	9/10
D16S539	12/12
CSF1PO	11/12
Penta D	12/13
AME - pohlaví	XY
vWA	17/18
D8S1179	12/14
TPOX	8/9
FGA	19/24

Identifikace pomocí DNA – DNA profilování

- dnes se využívá **15** takových **sekvencí**

- každá je zastoupena až několika **desítkami různých alel** (opakování)
- **zastoupení** každé varianty je **v populaci relativně malé** = kombinace 16 sekvencí = **stejná sestava alel** u jiné osoby je **velmi málo pravděpodobná**

P shody je:

1,189 x 10⁻¹⁸
(1 z 8,41 x 10¹⁷)

- dnes žije na zemi asi 7,0 miliard lidí
- tedy 7,0 x 10⁹,
- v ČR žije zhruba 1 x 10⁷ lidí

Velmi spolehlivá metoda pro identifikaci osob

Allele	D2S1338 N: 282	D3S1358 N: 1411	D5S818 N: 1410
4	–	–	–
5	–	–	–
6	–	–	0,0004
7	–	–	0,0025
8	–	–	0,005
9	–	–	0,0468
9.3	–	–	–
10	–	–	0,0621
10.3	–	–	–
11	–	0,0021	0,3255
12	–	0,0007	0,3858
13	–	0,0028	0,1571
13.2	–	–	–
14	–	0,1247	0,0121
14.2	–	–	–
15	–	0,2364	0,0025

D3S1358	15/17
THO1	7/9
D21S11	29/31
D18S51	17/18
Penta E	5/13
D5S818	12/13
D13S317	8/11
D7S820	9/10
D16S539	12/12
CSF1PO	11/12
Penta D	12/13
AME - pohlaví	XY
vWA	17/18
D8S1179	12/14
TPOX	8/9
FGA	19/24

Identifikace pomocí DNA – DNA profilování

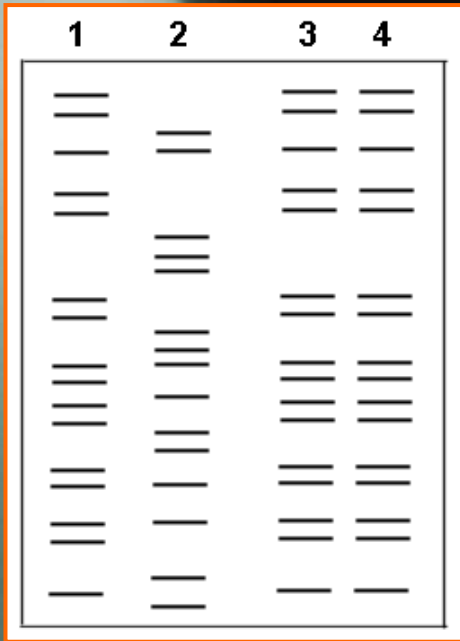
Na tuto obrovskou odlišnost v nekódujících sekvencích přišel v roce 1984 Sir **Alec Jeffreys**, VB, „DNA fingerprinting, **DNA profiling**“



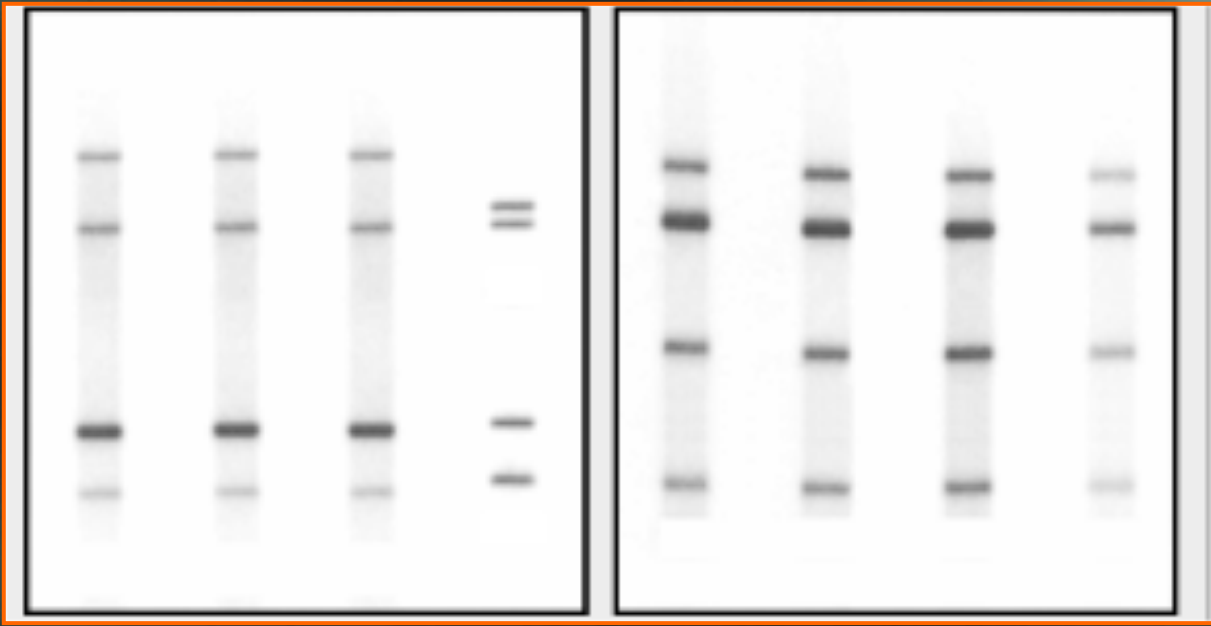
Vzorky z místa činu

Vzorek podezřelého

Vzorek podezřelého



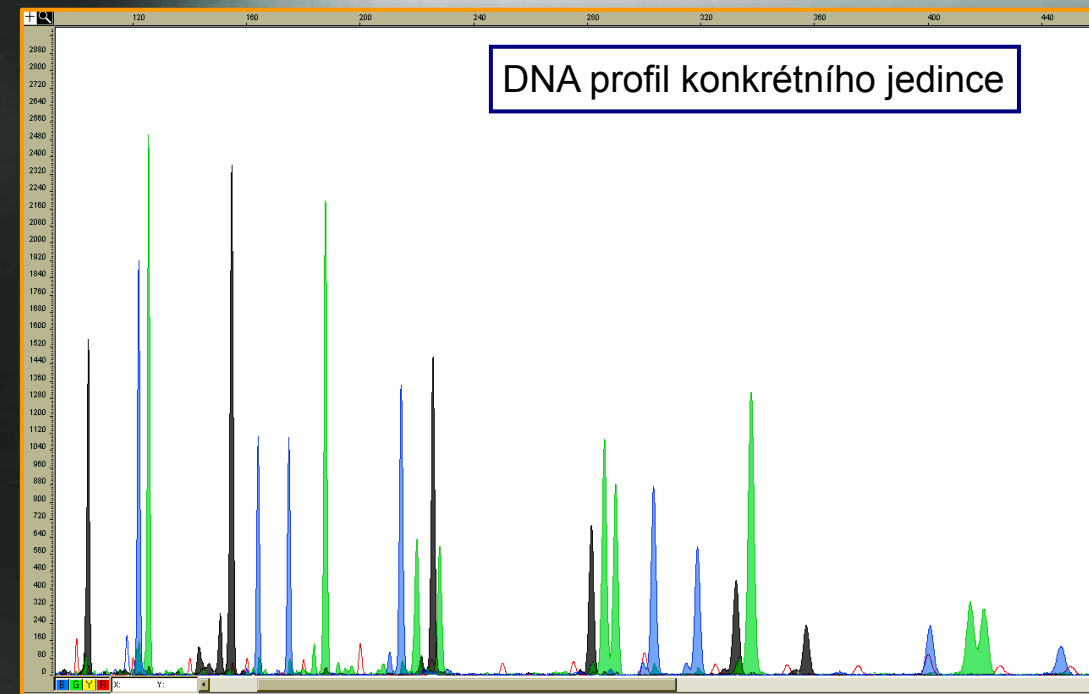
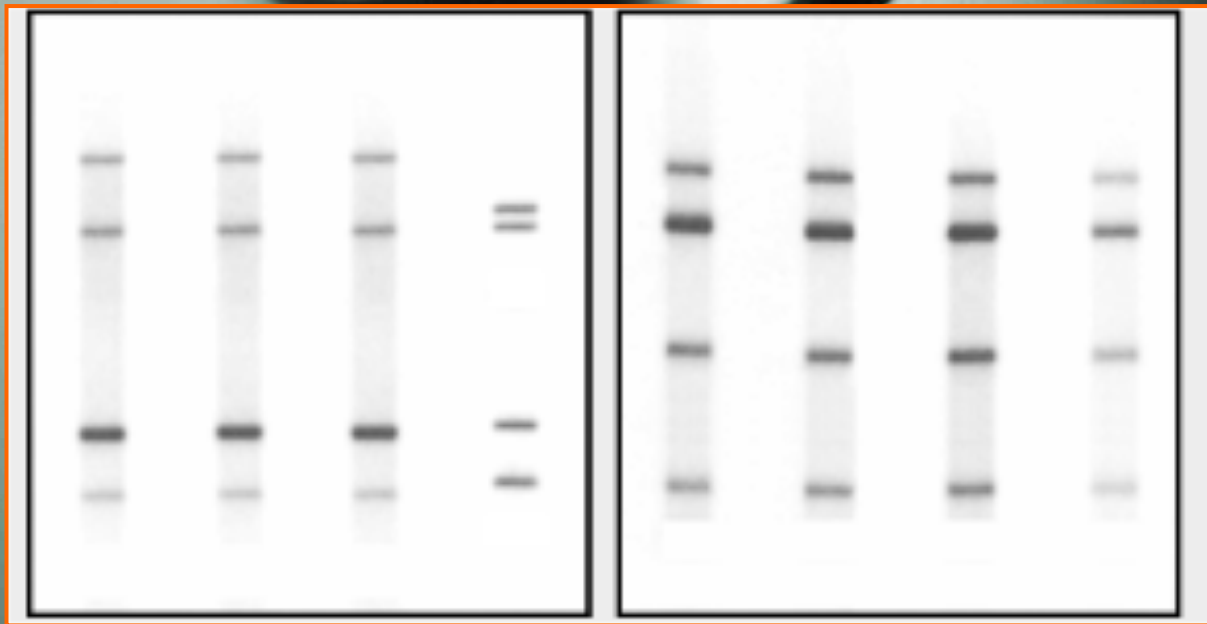
Gelová elektroforéza



není shoda

je shoda

Identifikace pomocí DNA – DNA profilování



Současná metoda analýzy a zobrazení DNA

Identifikace pomocí DNA – DNA profilování

1986 první aplikace v kriminalistice

- Scotland Yard pátrá po pachateli dvojnásobné vraždy
 - 21.11.1983 – znásilněna a zavražděna 15-letá Linda Mannová
 - **zajištěno sperma pachatele**, pachatel nedopaden
 - 1986 – blízko místa předchozího zločinu znásilněna a zavražděna 15-letá Dawn Ashworthová
- k činu se doznal 17letý mladík, vraždu Lindy Mannové však popíral
- **Alec Jeffreys** srovnal DNA ze spermatu s DNA podezřelého mladíka
- **sperma v obou případech znásilnění patřilo stejnému pachateli**
- **avšak neshodovalo se s DNA podezřelého**
- 1987 – jsou odebrány **vzorky mužů z okolních vesnic** (přes 4 500 mužů)
- **shoda opět nalezena nebyla**
- o sedm měsíců později – policie zjišťuje, že **pekař Colin Pitchfork přemluvil kamaráda**, aby se místo něj zúčastnil odběru DNA
- **dodatečný odběr prokázal shodu** – odsouzen k doživotnímu vězení



Fantom Německa

Identifikace pomocí DNA – DNA profilování

- 27.6.1990 kolem 7:30 byla na dámském WC PedF MU zavražděna 19letá studentka Jana Krkošková
- zajištěn **zvláštní druh krevní stopy** - kapky na jedné kachličce
- druhý den **zadržen 26letý Milan Lubas** - kdysi bydlel blízko místa zločinu a byl již dvakrát trestán mimo jiné i za znásilnění, po amnestii v roce 1990 propuštěn
- měl **obvázanou dlaň pravé ruky, odjel bos** (nedokázal vysvětlit, proč nemá boty)
- účast na vraždě **popřel**

- zranění nejdříve vysvětloval úrazem na stavbě, později obrana při přepadení
- **odebrána krev a porovnána s krví z kachličky, zajištěna také krev z riflí podezřelého**
- bohužel **podezřelý měl stejnou krevní skupinu jako oběť**
- policisté **požádali doc. Feráka (UK v Bratislavě) o provedení identifikace novou metodu pomocí DNA**
- 24.10.1990 - znalecký posudek **potvrdil, že krev na dámském záchodě patřila podezřelému a krev na ponožkách a riflích byla krví zavražděné**
- Lubas byl odsouzen na 23 let do vězení, 4.2.1993 spáchal ve vězení sebevraždu



Identifikace pomocí DNA – DNA profilování

Výhody

- umožňuje **osvobodit nesprávně obviněného/odsouzeného**
- lze relativně rychle **otestovat velké množství jedinců**

Při prvním nasazení ve VB (1986) testováno 4 500 mužů

- dokáže **najít konkrétního pachatele**

Kmetíněves, 1. leden 2004

- vražda 13-leté dívky
- DNA pachatele za nehty zavražděné
- **testováno 700 vzorků** (pozitivní č. 632)

- vražda 27leté ženy z Rumburku (2014)
- **testováno 1 500 mužů**
- pozitivní vzorek č. 1 002



Identifikace pomocí DNA – DNA profilování

Dnes se tato metoda používá zcela standardně, jako důkaz u soudu má velkou váhu

iDNES.cz / Praha a střední Čechy

iDNES.cz > Zprávy **Kraje** Sport | Kultura | Ekonomika | Bydlení | Technet | Ona | Revue | Auto

Praha a Středočeský kraj ▾ Zprávy Sport Jízdní řády MHD Práce Reality

 Žena po letech hledala malého syna, s pěti promile skončila v nemocnici

 VIDEO: Prchajícího zdrogovaného řidiče poslal k zemi policista v civilu



Násilníka, který u metra mlátil lidi prknem z lavičky, usvědčila DNA

22. července 2015 15:43    

deník.cz ZPRÁVY SHOWBYZNYS ŽENY

VYBRAT MĚSTO ▾ ZPRÁVY ▾ SPORT ▾ ČERNÁ KRONIKA KULTURA Z REGIONU PODNIKÁNÍ

Lupiče usvědčila DNA stopa až po čtyřech letech

iDNES.cz / Zprávy

iDNES.cz > **Zprávy** Kraje | Sport | Kultura | Ekonomika | Bydlení | Tec

Domáci Zahraníční **Krimi** Kultura Názory Uprchlíká krize Zpátky d

 Na hranicích Chorvatska jsou miny, uprchlíci mezi ně mohou zabloudit

 Špatné podm...
ponižování. U...
se Česka boj...
aktivisté

DNA: U Kmetiněvsi vraždil školák

10. září 2004 13:32    

DNA profilování – nevýhody, problémy

K identifikaci pachatele je potřeba:

- vzorek z místa činu
- profil DNA v databázi

ČR, 2002 - **Národní databáze DNA** (Kriminalistická databáze)

= *několik desítek tisíc profilů především odsouzených osob za zvláště závažné trestné činy*



Národní databáze DNA

Národní databáze DNA v ČR (Kriminalistická databáze), profily DNA osob

- které **byly odsouzeny** pro spáchání zvláště závažných trestných činů
- proti nimž bylo pro tyto trestné činy **vedeno trestní stíhání***
- **obviněných*** ze spáchání trestného činu
- po kterých bylo vyhlášeno **pátrání** (slouží k identifikaci jedince)
- profily DNA mrtvol, kosterních nálezů a zbytků lidských těl neznámé totožnosti
- profily DNA získané z míst dosud neobjasněných trestných činů

obsahuje několik desítek tisíc profilů (pouze profily DNA v 16 sekvencích)

* avšak u **podezřelých a obviněných** osob odběr a uložení v databázi jen za zvláštních podmínek

Národní databáze DNA

Srovnání s databází ve VB:

- **2001**- plněna **DNA osob obviněných** ze spáchání trestného činu, **přestože mohly být později osvobozeny**
(v ČR zákon přímo neřeší, policie dle vyjádření profily osob podezřelých a obviněných, kteří byli osvobozeni, v databázi neuchovává)
- zvýšila se **úspěšnost** britské policie při **odhalování trestných činů z 24 % na 43 %**
- **2004** - **odběr DNA a uložení profilu** do databáze **již v souvislosti se zatčením** (mimo nejmenší přestupky)
- **DNA** těchto osob **již v databázi zůstává** (přestože nebylo nakonec vzneseno ani obvinění)
- policie ve VB může odebírat vzorky DNA komukoliv, **stačí se pohybovat na místě činu** (v ČR může být DNA analyzována i svědkovi, ale profil nesmí být uložen do databáze)
- profilovány jsou i děti **již od věku 10 let**

DNA profilování – nevýhody, problémy

K identifikaci pachatele je potřeba:

- vzorek z místa činu
- profil DNA v databázi
- srovnávací vzorek podezřelého
- srovnávací vzorek z hromadného odběru

ČR, 2002 - **Národní databáze DNA** (Kriminalistická databáze)

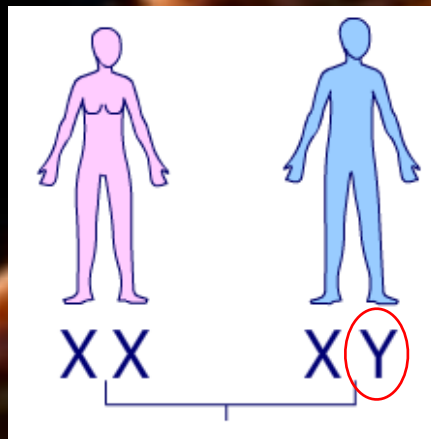
= *několik desítek tisíc profilů především odsouzených osob za zvláště závažné trestné činy*



Identifikace pomocí chromozomu Y

Pokud se pachatel hromadnému odběru vyhne (např. nemá v místě činu bydlíště) = nemusí být odhalen

- usvědčení pomocí **chromozomu Y** na základě **příbuznosti** – poměrně málo známá možnost
- chromozom Y se dědí výhradně v otcovské linii, tedy z otce na syna
- všichni **muži v rodině sdílejí tentýž chromozom Y**
- **příbuzní** pachatele se obvykle **nemají důvod odběrům vyhnout**



Identifikace pomocí chromozomu Y

Pokud se pachatel hromadnému odběru vyhne (např. nemá v místě činu bydliště) = nemusí být odhalen

- usvědčení pomocí **chromozomu Y** na základě **příbuznosti** – poměrně málo známá možnost
- chromozom Y se dědí výhradně v otcovské linii, tedy z otce na syna
- všichni **muži v rodině sdílejí tentýž chromozom Y**
- **příbuzní** pachatele se obvykle **nemají důvod odběrům vyhnout**

- **1.5.1999** je v Holandsku znásilněna a zavražděna 16-letá Marianne Vaatstra
- **standardní profilování** vraha nenalezlo
- **29.9.2012** (o 13 let později) – policie provede **hromadný odběr DNA u asi 8 000** mužů z okruhu 5 km od místa vraždy
- provedena je **analýza chromozomu Y** za účelem nalezení **příbuzenské shody**
- **19.11.2012** je jako **pachatel** označen **45-letý Jasper S.**, který žil 2,5 km od místa nálezu zavražděné



Identifikace pomocí chromozomu Y

- podobný postup se osvědčil v roce 2018 při objasňování případu vraždy 11letého Nickyho Verstappena z roku 1998
- po hromadném dobrovolném odběru 14 000 mužů byla nalezena příbuzenská shoda s DNA zajištěné na oblečení oběti
- jako pachatel byl označen dříve podezřelý 55letý Jos Brech
- po vyhlášeném pátrání byl zatčen ve Španělsku, kde se ukrýval



Využití genealogických databází

- **genetická genealogie** - analýza DNA za účelem hledání původu a tvorby rodokmenů
- lidé **dobrovolně vkládají svoji DNA do genealogických databází** 23andme.com, ancestry.com, gedmatch.com aj.

The screenshot shows the Ancestry website homepage. At the top left is the Ancestry logo. To the right are links for "FREE TRIAL" and "SIGN IN". The main visual is a woman looking thoughtful and a man in an apron working in a kitchen. The headline reads "YOUR PAST IS WAITING TO INSPIRE YOU." Below this are two call-to-action boxes: "See what your DNA reveals." with a DNA helix icon, and "Build a family tree to see your story emerge." with a leaf icon. Both boxes have a plus sign at the bottom.

The screenshot shows the 23andMe website homepage. At the top right are links for "SIGN IN", "REGISTER KIT", and "HELP". Below these are navigation links: "OUR SERVICES", "HOW IT WORKS", "REPORTS", "STORIES", "SHOP", and a shopping cart icon. The main visual is a woman's face. To her right is the headline "Live in the know" and the text "Discover what 90+ personalized reports have to say about your ancestry, health, wellness and more." Below this is a pink "shop" button. At the bottom, there are colorful chromosome-like graphics with labels for "LACTOSE TOLERANCE" and "CILANTRO TASTE AVERSION".

Využití genealogických databází

- mohou pak vést k **odhalení pachatele**
- takto byl v roce 2018 **dopaden i Joseph James DeAngelo** (72 let, bývalý policista)
- byl usvědčen jako tzv. "**Golden State Killer**" - v 70. a 80. letech zavraždil 12 lidí a znásilnil 45 žen
- vzorky pachatele z místa činu vykázaly **příbuzenskou shodu s DNA v genealogické databázi [getmach.com](https://www.getmach.com)** (více než 650 000 profilů)

[GEDmatch] Tools for DNA and Genealogy Research

GEDmatch provides DNA and genealogical analysis tools for amateur and professional researchers and genealogists. Most tools are free, but we do provide some premium tools for users who wish to help support us with contributions. You will need to upload DNA and / or genealogical (GEDCOM) data to make use of the tools here. Registration requires your name, email and a password of your choice. Click [HERE](#) to register.

Log In

Email Address:

Password:



▲ Joseph James DeAngelo. Photograph: Sacramento county sheriff's office



Další využití

- při **identifikaci obětí teroristických činů** (New York, 11.9.2001; klub Bataclan, 13. listopad 2015)

K identifikaci se používá DNA oběti a DNA žijícího příbuzného



C24 listopad 2015 ŽIVĚ RUBRIKY

Vyšetřovatelé našli DNA útočníka z Bruselu u pařížského klubu Bataclan

AKTUALIZOVÁNO Před 1 hodinou

Belgická policie zadržela během razie na bruselském předměstí Schaarbeek jednoho muže. Pyrotechnici během zásahu provedli tři řízené exploze. Akce údajně souvisí se čtvrtčním zatčením muže ve Francii, který je podezřelý z plánování dalšího atentátu v Paříži i s úterními útoky v Bruselu. Během pátku zadržela belgická policie také muže zachyceného bezpečnostními kamerami vedle Khalida El Bakraouiho, sebevražděného atentátníka z metra. Belgická prokuratura potvrdila, že útoky na letišti se účastnil i Najim Laachraoui. Jeho DNA vyšetřovatelé našli u pařížského [hudebního klubu Bataclan](#) po loňských útocích.

Prokuratura potvrdila dřívější informace médií, že útok na letišti kromě Brahima El Bakraouiho spáchal i Najim Laachraoui. Jeho DNA byla nalezena také na sebevražděné vestě objevené u pařížského hudebního klubu Bataclan, kde teroristé zabili 90 lidí. Stopy Laachraouiho DNA byly i na bombě, která explodovala u stadionu Stade de France.

Další využití

- při **identifikaci obětí teroristických činů** (New York, 11.9.2001; klub Bataclan, 13. listopad 2015)
- při **identifikaci obětí přírodních katastrof** (tsunami, Asie, prosinec 2004)
- při **identifikaci obětí hromadných neštěstí** (požár lanovky, Kaprun, 11.11. 2000)
- **identifikace ostatků Usámy bin Ládina** (na základě DNA jeho sestry – zemřela na mozkový nádor v nemocnici v Massachusetts – uskladněn vzorek mozkové tkáně)



Asie, 26.12.2004



Kaprun, Rakousko 11.11.2000



Abbottabad, Pákistán 1.5.2011

Další využití



Bagdádí měl nablízku kurdského špeha. Sebral mu trenýrky a krev na testy DNA.

iDNES.cz

provincie Idlib, Sýrie 26.10.2019

Další využití

- paternitní spory
- genetická genealogie apod.



Třebíč, 2007

Další využití

- při **identifikaci nebo popisu ostatků historických osobností** (např. dynastie Romanovců, Mikoláš Koperník, Ötzi apod.)



Dynastie Romanovců

Další zajímavosti

- vzorek DNA – pouze jeden z mozaiky důkazů



20.10.2010

- chiméry



- pachatelé jsou připraveni – ochranné pomůcky, nepozornost, otisky



Další zajímavosti

- pomůže i nehumánní DNA



- DNA po polibku



10-60 minut

- rekreační genetika – genealogie, nevěra



Děkuji za pozornost!



MUNI Univerzita
U3V třetího
věku

Využití identifikace/předpovědi:

- nekódující DNA (profilování)
- chromozom Y (příbuzenské vazby)

**využívá se
využívá se**