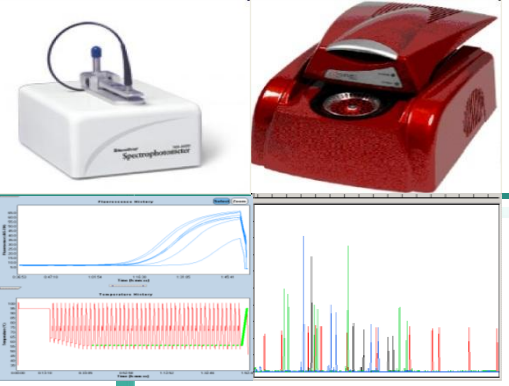


©Gymnázium Hranice, Zborovská 293

Pohled na DNA profilování v kriminalistice

doc. Mgr. Jiří Drábek, PhD.

Tento projekt je spolufinancován Evropským sociálním fondem a státním rozpočtem České republiky

evropský sociální fond v ČR
EVROPSKÁ UNIE
MINISTERSTVO ŠKOLSTVÍ, MLÁDEŽE A TĚLOVÝCHOVY
OP Vzdělávání pro konkurenceschopnost
INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

CV

1993 – 1999: konzultant pro určení otcovství a příbuznosti soudní znalkyně doc.MUDr.A.Bártové, CSc.

1999 – doposud: soudní znalec pro určení otcovství a příbuznosti

2003 – 2003: validace miniSTR kitu pro identifikaci pozůstatků z teroristického útoku 9/11 (Ohio, USA)

2004 – doposud: dánská externí kontrola kvality PTW (RTW), oponent časopisu FSI (FSI:G); výuka forenzní chemie na UP

2008 – doposud: předseda ČSSFG (www.cssfg.org); řešitel grantu 4N6gen (www.4N6gen.org)

2011 – doposud: člen pracovní skupiny ISFG; výuka forenzní genetiky na UK

©Gymnázium Hranice, Zborovská 293

evropský sociální fond v ČR
EVROPSKÁ UNIE
MINISTERSTVO ŠKOLSTVÍ, MLÁDEŽE A TĚLOVÝCHOVY
OP Vzdělávání pro konkurenceschopnost
INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

CSI:
CRIME SCENE INVESTIGATION
CSI:NY
DO NOT CROSS
BLOOD SPECIMEN
BLOOD SPECIMEN

CSI efekt

http://www.scadconnector.com/news/the-csi-effect/

Osnova přednášky

- DNA jako důkaz
- Jak to začalo, kam to dospělo
- Jak to probíhá, co se může pokazit

Přírodní vědy moderně a interaktivně
©Gymnázium Hranice, Zborovská 293

evropský sociální fond v ČR
EVROPSKÁ UNIE
MINISTERSTVO ŠKOLSTVÍ, MLÁDEŽE A TĚLOVÝCHOVY
OP Vzdělávání pro konkurenceschopnost
INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

DNA jako důkaz

Přírodní vědy moderně a interaktivně
©Gymnázium Hranice, Zborovská 293

evropský sociální fond v ČR
EVROPSKÁ UNIE
MINISTERSTVO ŠKOLSTVÍ, MLÁDEŽE A TĚLOVÝCHOVY
OP Vzdělávání pro konkurenceschopnost
INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

Účel DNA profilování

- Propojení individuální osoby se zločinem nebo místem zločinu (pocházejí stopy ze stejného zdroje?)
  - Dítě vzešlé ze zločinu
  - Pohřešované a unesené osoby
  - Stopa a podezřelý
  - Stopa a databáze zločinců
- Vyvinění podezřelých
  - Innocence project
- Identifikace obětí hromadných a válečných neštěstí
  - 9/11
  - Tsunami
  - Vojenská psí známka.

Přírodní vědy moderně a interaktivně
©Gymnázium Hranice, Zborovská 293

evropský sociální fond v ČR
EVROPSKÁ UNIE
MINISTERSTVO ŠKOLSTVÍ, MLÁDEŽE A TĚLOVÝCHOVY
OP Vzdělávání pro konkurenceschopnost
INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

Další použití?

- Populační a evoluční studie
- Určení živočišného druhu

Přírodní vědy moderně a interaktivně
©Gymnázium Hranice, Zborovská 293

evropský sociální fond v ČR
EVROPSKÁ UNIE
MINISTERSTVO ŠKOLSTVÍ, MLÁDEŽE A TĚLOVÝCHOVY
OP Vzdělávání pro konkurenceschopnost
INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

Kvízová otázka

- Je možno použít DNA k určení posmrtného stadia zmizelé osoby?

Přírodní vědy moderně a interaktivně
©Gymnázium Hranice, Zborovská 293

evropský sociální fond v ČR
EVROPSKÁ UNIE
MINISTERSTVO ŠKOLSTVÍ, MLÁDEŽE A TĚLOVÝCHOVY
OP Vzdělávání pro konkurenceschopnost
INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

Další použití?

- Populační a evoluční studie
- Určení živočišného druhu, posmrtného stadia zmizelé osoby
- Vyšetření otcovství a příbuznosti, historická genealogie
- Kontrola pravosti buněčných linií
- Monitorování po transplantaci kostní dřeně
- Mapování dědičných chorob.

Přírodní vědy moderně a interaktivně
©Gymnázium Hranice, Zborovská 293

evropský sociální fond v ČR
EVROPSKÁ UNIE
MINISTERSTVO ŠKOLSTVÍ, MLÁDEŽE A TĚLOVÝCHOVY
OP Vzdělávání pro konkurenceschopnost
INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

Jak to začalo

Copyright (c) by Thaves. Distributed from www.thecomics.com.

Přírodní vědy moderně a interaktivně
©Gymnázium Hranice, Zborovská 293

evropský sociální fond v ČR
EVROPSKÁ UNIE
MINISTERSTVO ŠKOLSTVÍ, MLÁDEŽE A TĚLOVÝCHOVY
OP Vzdělávání pro konkurenceschopnost
INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

Osmdesátá léta: Restriction Fragment Length Polymorphism (RFLP)

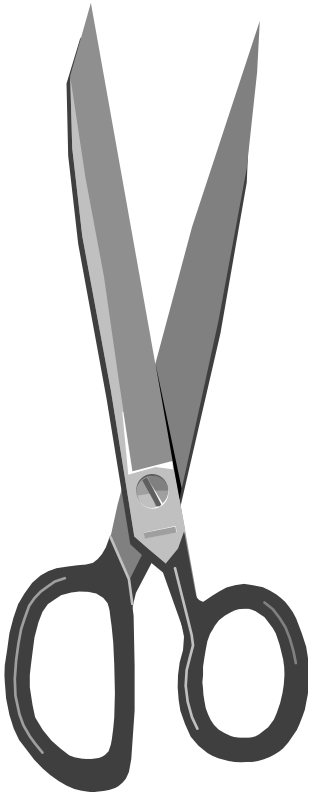
Přírodní vědy moderně a interaktivně
©Gymnázium Hranice, Zborovská 293

Sir Alec Jeffreys

- Využíváno pro genetické mapování
- Změna v rozpoznávacích místech pro štípací enzym restriktázu vede ke změně spektra délek restrikčních fragmentů

evropský sociální fond v ČR
EVROPSKÁ UNIE
MINISTERSTVO ŠKOLSTVÍ, MLÁDEŽE A TĚLOVÝCHOVY
OP Vzdělávání pro konkurenceschopnost
INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

Restrikční štěpení



Přírodní vědy moderně a interaktivně
©Gymnázium Hranice, Zborovská 293

evropský sociální fond v ČR
EVROPSKÁ UNIE
MINISTERSTVO ŠKOLSTVÍ, MLÁDEŽE A TĚLOVÝCHOVY
OP Vzdělávání pro konkurenceschopnost
INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

RFLP

- Polymorfismus v délce restrikčních fragmentů

- gDNA naštěpíme restriktázou
- Fragmenty rozdělíme elektroforeticky
- Z gelu je přesajeme na membránu
- Membránu hybridizujeme se sondou
- Navázanou sondu detekujeme

Přírodní vědy moderně a interaktivně
©Gymnázium Hranice, Zborovská 293

evropský sociální fond v ČR
EVROPSKÁ UNIE
MINISTERSTVO ŠKOLSTVÍ, MLÁDEŽE A TĚLOVÝCHOVY
OP Vzdělávání pro konkurenceschopnost
INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

Restriktáza rozpoznávající „je“

DNA je totiž dlouhá molekula, která je hustě namotaná.

Přírodní vědy moderně a interaktivně
©Gymnázium Hranice, Zborovská 293

evropský sociální fond v ČR
EVROPSKÁ UNIE
MINISTERSTVO ŠKOLSTVÍ, MLÁDEŽE A TĚLOVÝCHOVY
OP Vzdělávání pro konkurenceschopnost
INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

Sonda pro: „kula, která je hustě“

DNA je totiž dlouhá molekula, která je hustě namotaná.

Přírodní vědy moderně a interaktivně
©Gymnázium Hranice, Zborovská 293

evropský sociální fond v ČR
EVROPSKÁ UNIE
MINISTERSTVO ŠKOLSTVÍ, MLÁDEŽE A TĚLOVÝCHOVY
OP Vzdělávání pro konkurenceschopnost
INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

Standardní alela po naštěpení

DNA j

e totiž dlouhá molekula, která j

e hustě namotaná.

Přírodní vědy moderně a interaktivně
©Gymnázium Hranice, Zborovská 293

evropský sociální fond v ČR
EVROPSKÁ UNIE
MINISTERSTVO ŠKOLSTVÍ, MLÁDEŽE A TĚLOVÝCHOVY
OP Vzdělávání pro konkurenceschopnost
INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

Mutantní alela

DNA je totiž dlouhá molekula, která jo hustě namotaná.

ztráta restrikčního místa

(nezabrání vazbě sondy)

Přírodní vědy moderně a interaktivně
©Gymnázium Hranice, Zborovská 293

evropský sociální fond v ČR
EVROPSKÁ UNIE
MINISTERSTVO ŠKOLSTVÍ, MLÁDEŽE A TĚLOVÝCHOVY
OP Vzdělávání pro konkurenceschopnost
INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

Mutantní alela po naštěpení

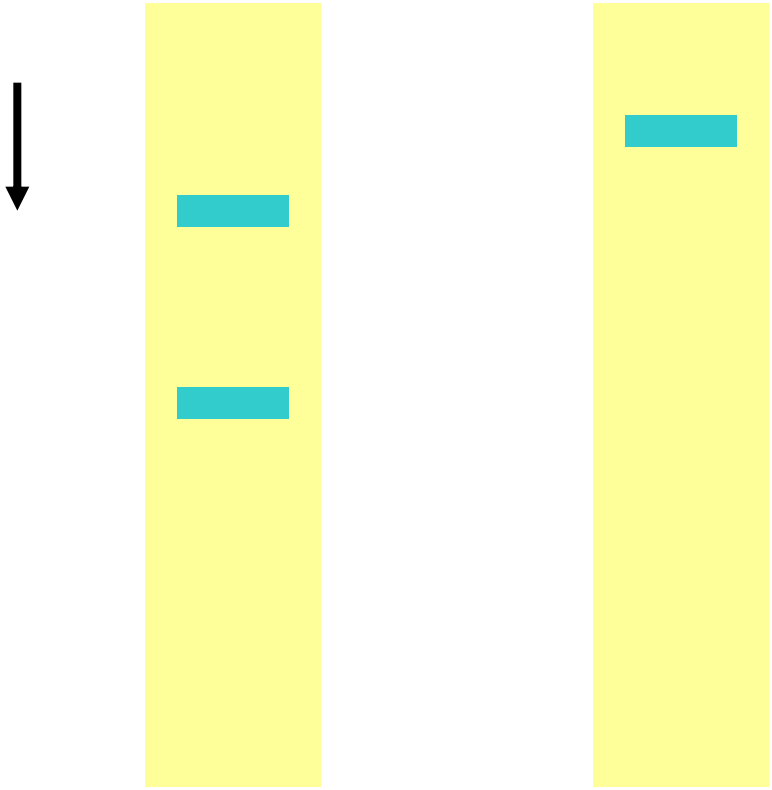
DNA j

e totiž dlouhá molekula, která jo hustě namotaná.

Přírodní vědy moderně a interaktivně
©Gymnázium Hranice, Zborovská 293

evropský sociální fond v ČR
EVROPSKÁ UNIE
MINISTERSTVO ŠKOLSTVÍ, MLÁDEŽE A TĚLOVÝCHOVY
OP Vzdělávání pro konkurenceschopnost
INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

Po elektroforéze, přesátí a hybridizaci (Southern blotting)



1.alela 2.alela

Přírodní vědy moderně a interaktivně
©Gymnázium Hranice, Zborovská 293

evropský sociální fond v ČR
EVROPSKÁ UNIE
MINISTERSTVO ŠKOLSTVÍ, MLÁDEŽE A TĚLOVÝCHOVY
OP Vzdělávání pro konkurenceschopnost
INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

Přírodní vědy moderně a interaktivně
©Gymnázium Hranice, Zborovská 293

Případ Colin Pitchfork (1983 a 1986)

- Dvě slečny znásilněny a zavražděny v hrabství Leicestershire v Anglii
- Mentálně zaostalý mladík Richard Buckland, který nahlásil nález druhého těla, se přiznal k zavraždění této dívky
- Na základě RFLP vyloučen
- 5 000 místních mužů bylo požádáno o vzorek krve nebo bukální stěr
- Pekař exhibicionista Colin Pitchfork za sebe k odběru poslal (za 200 liber) kamaráda Iana Kellyho, který se tím pochlubil v hospodě
- První omilostnění a první obvinění pomocí DNA důkazů.

Přírodní vědy moderně a interaktivně
©Gymnázium Hranice, Zborovská 293

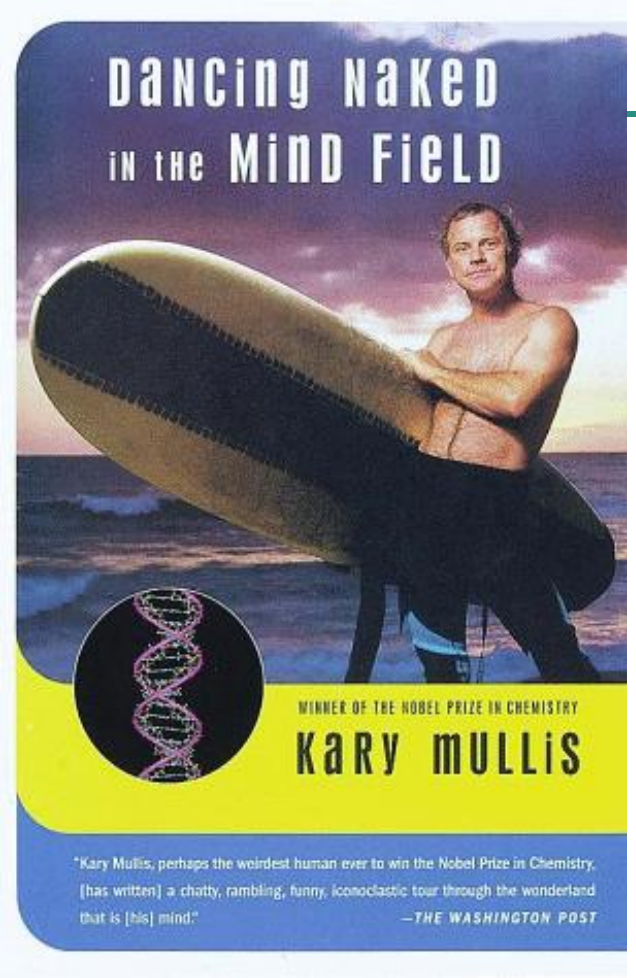
evropský sociální fond v ČR
EVROPSKÁ UNIE
MINISTERSTVO ŠKOLSTVÍ, MLÁDEŽE A TĚLOVÝCHOVY
OP Vzdělávání pro konkurenceschopnost
INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

Nevýhody RFLP

- Požadavek velkého množství intaktní DNA (50 ng odpovídá ~ 10 000 buněk)
- Metoda málo robustní (interpretační potíže)

Přírodní vědy moderně a interaktivně
©Gymnázium Hranice, Zborovská 293

evropský sociální fond v ČR
EVROPSKÁ UNIE
MINISTERSTVO ŠKOLSTVÍ, MLÁDEŽE A TĚLOVÝCHOVY
OP Vzdělávání pro konkurenceschopnost
INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

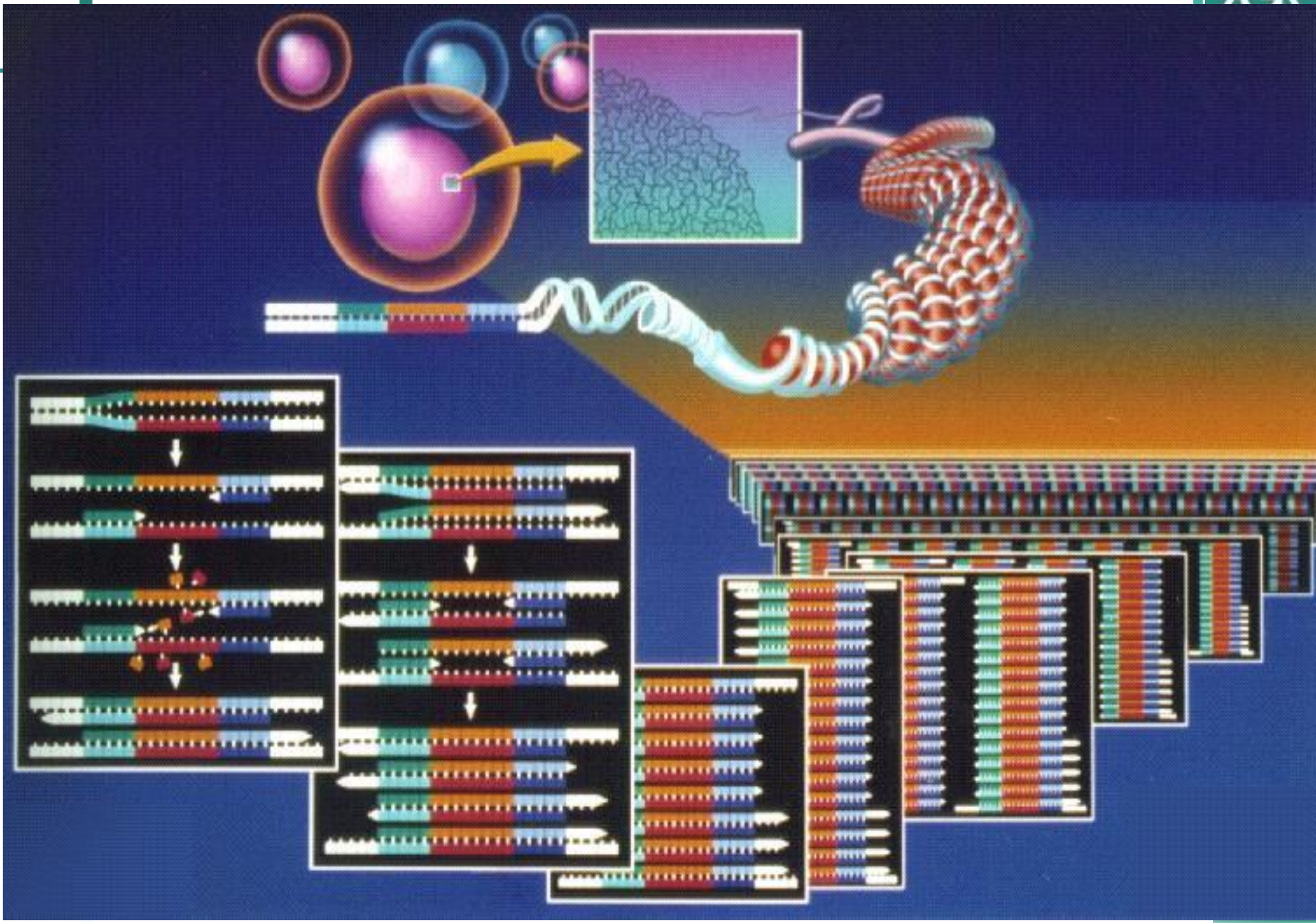


Nástup molekulární kopírky - PCR

- Polymerase Chain Reaction - Polymerázová řetězová reakce
- Zacyklované tři teplotní kroky v programovatelném termostatu – termocykléru
- Replikace (amplifikace) chtěného DNA fragmentu

evropský sociální fond v ČR
EVROPSKÁ UNIE
MINISTERSTVO ŠKOLSTVÍ, MLÁDEŽE A TĚLOVÝCHOVY
OP Vzdělávání pro konkurenceschopnost
INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

http://biochemden.in/student-notes/polymerase-chain-reactionpcr.html



PCR

- První forenzní aplikace PCR byla amplifikace HLA-DQA1 (bodové polymorfismy)
- Dalším krokem byl multiplex Polymarker™ (DQA1 součástí) při použití hybridizační metody ve formátu dot-blot
- Pro PCR vystačuje menší množství templátové DNA (1-2ng), která může být fragmentovaná
- Diskriminační síla ještě není dostatečná pro kriminalistické databáze.

Přírodní vědy moderně a interaktivně
©Gymnázium Hranice, Zborovská 293

evropský sociální fond v ČR
EVROPSKÁ UNIE
MINISTERSTVO ŠKOLSTVÍ, MLÁDEŽE A TĚLOVÝCHOVY
OP Vzdělávání pro konkurenceschopnost
INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

Dnešní standard: autozomální mikrosatelity (Short Tandem Repeats, STRs)

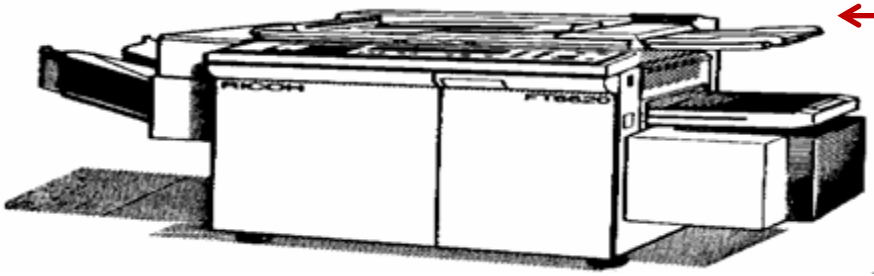
- Nekódující čtyřnukleotidové, tandemově se opakující repetice. Variabilita v populaci je délková, daná počtem repetic.

Přírodní vědy moderně a interaktivně
©Gymnázium Hranice, Zborovská 293

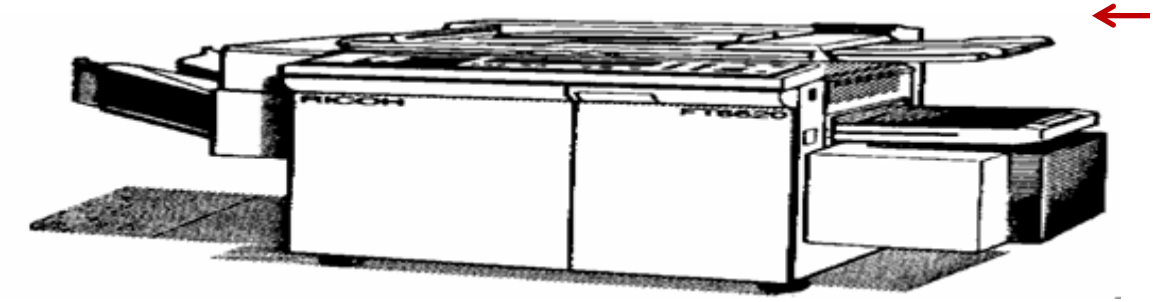
evropský sociální fond v ČR
EVROPSKÁ UNIE
MINISTERSTVO ŠKOLSTVÍ, MLÁDEŽE A TĚLOVÝCHOVY
OP Vzdělávání pro konkurenceschopnost
INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

Mikrosatelity jako text (PCR)

Alela 2: DNA je totiž dlouhá, dlouhá molekula, která je hustě namotaná.



Alela 3: DNA je totiž dlouhá, dlouhá, dlouhá molekula, která je hustě namotaná.



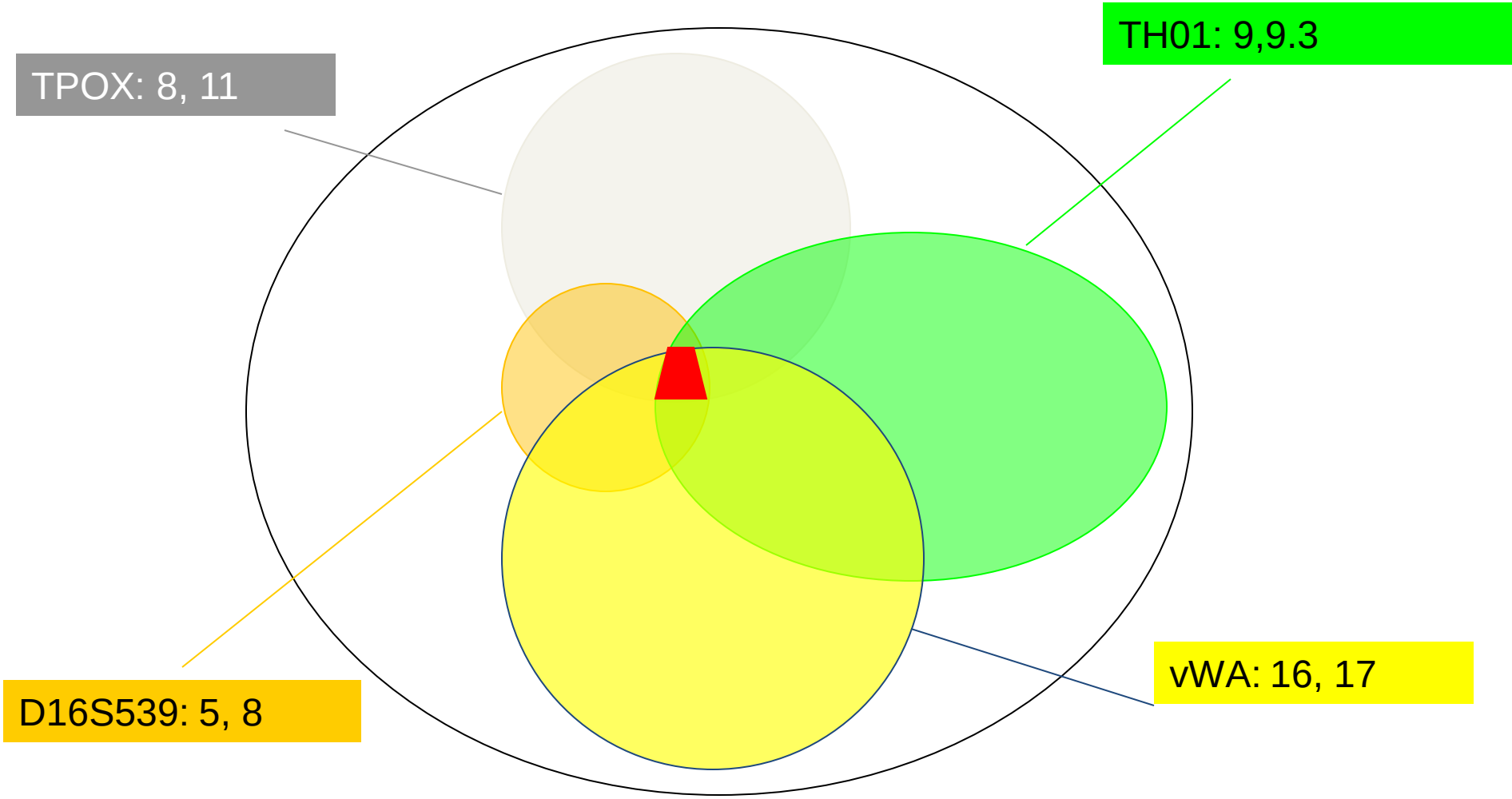
Sekvence mikrosatelitu TH01

TTATTTCCCTCATTCATTCATTCA
TTCATTCATTCACCATggAgTCTg

Přírodní vědy moderně a interaktivně
©Gymnázium Hranice, Zborovská 293

evropský sociální fond v ČR
EVROPSKÁ UNIE
MINISTERSTVO ŠKOLSTVÍ, MLÁDEŽE A TĚLOVÝCHOVY
OP Vzdělávání pro konkurenceschopnost
INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

Mikrosatelity



Výhody mikrosatelitů

- Vysoká diskriminační schopnost (vystačuje pro databázování), pravděpodobnostní modely
- Kompetitivní cena
- Snadná interpretace
  - za splnění předpokladů
- Standardnost (databáze) a zároveň rozmanitost
- Slučování testů (multiplexing)
- Citlivost (<1 ng DNA), směsi a degradované vzorky
- Používané forenzní mikrosatelity nejsou ve vazbě s nemocemi
- Malé nároky na odběr a na vzorek.

Přírodní vědy moderně a interaktivně
©Gymnázium Hranice, Zborovská 293

Forenzní zpracování DNA

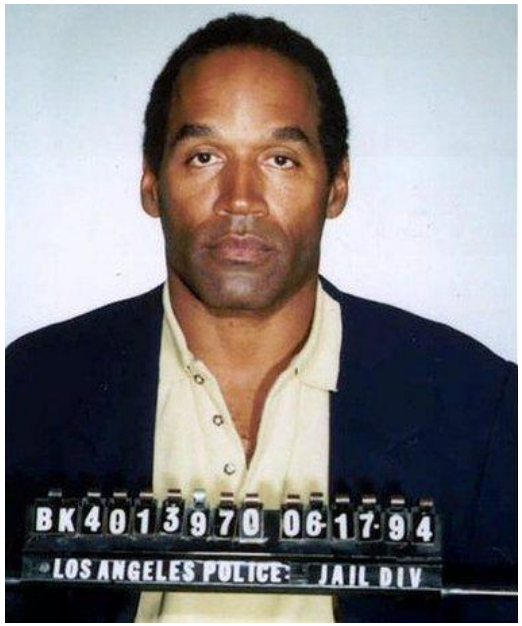
- Získání vzorku, přesuny vzorku (a zápis)
- Izolace a kvantifikace DNA (a zápis)
- Namnožení pomocí PCR (a zápis)
- Elektroforéza (a zápis)
- Detekce a určení genotypu (a zápis)
- Interpretace, výpočet, referování výsledku (protokol, svědčení u soudu)

Přírodní vědy moderně a interaktivně
©Gymnázium Hranice, Zborovská 293

evropský sociální fond v ČR
EVROPSKÁ UNIE
MINISTERSTVO ŠKOLSTVÍ, MLÁDEŽE A TĚLOVÝCHOVY
OP Vzdělávání pro konkurenceschopnost
INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

Každý krok je důležitý

- Obhájci O. J. Simpsona a jiných bohatých prominentů prokázali, že zaváhání v jakémkoliv kroku forenzního využití DNA je možno úspěšně napadnout.



Přírodní vědy moderně a interaktivně
©Gymnázium Hranice, Zborovská 293

evropský sociální fond v ČR
EVROPSKÁ UNIE
MINISTERSTVO ŠKOLSTVÍ, MLÁDEŽE A TĚLOVÝCHOVY
OP Vzdělávání pro konkurenceschopnost
INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

O. J. Simpson

- Orenthal James „O. J.“ Simpson, s přezdívkou „džus“ je bývalý hráč amerického fotbalu a odsouzený kriminálník.
- V roce 1985 se dostal do Síně slávy amerického fotbalu a slavil úspěchy jako herec a sportovní komentátor
- V roce 1995 byl v trestním soudním procesu the People *vs* Simpson osvobozen z obvinění, že zavraždil svou bývalou manželku Nicole Brown Simpson a jejího přítele Ronalda Goldmana
- V roce 1997 byl v civilním soudním procesu shledán vinným. Jako trest měl zaplatit 33,5 milionů $, což zatím neučinil.
- V roce 2007 byl zatčen v Las Vegas, Nevada a obviněn z loupeže a únosu.
- V roce 2008 byl odsouzen k 33 letům vězení s možností být propuštěn na podmínku nejdříve po 9 letech. Sedí v the Lovelock Correctional Center in Lovelock, Nevada.

Přírodní vědy moderně a interaktivně
©Gymnázium Hranice, Zborovská 293

evropský sociální fond v ČR
EVROPSKÁ UNIE
MINISTERSTVO ŠKOLSTVÍ, MLÁDEŽE A TĚLOVÝCHOVY
OP Vzdělávání pro konkurenceschopnost
INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

Kontrola kvality

Přírodní vědy moderně a interaktivně
©Gymnázium Hranice, Zborovská 293

evropský sociální fond v ČR
EVROPSKÁ UNIE
MINISTERSTVO ŠKOLSTVÍ, MLÁDEŽE A TĚLOVÝCHOVY
OP Vzdělávání pro konkurenceschopnost
INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

Akreditace dle ISO17025

- Vyšetření vzorku provádí proškolená a externě kontrolovaná osoba

Přírodní vědy moderně a interaktivně
©Gymnázium Hranice, Zborovská 293

evropský sociální fond v ČR
EVROPSKÁ UNIE
MINISTERSTVO ŠKOLSTVÍ, MLÁDEŽE A TĚLOVÝCHOVY
OP Vzdělávání pro konkurenceschopnost
INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

Akreditace dle ISO17025

- Vyšetření vzorku provádí proškolená a externě kontrolovaná osoba dle standardního operačního protokolu

Přírodní vědy moderně a interaktivně
©Gymnázium Hranice, Zborovská 293

evropský sociální fond v ČR
EVROPSKÁ UNIE
MINISTERSTVO ŠKOLSTVÍ, MLÁDEŽE A TĚLOVÝCHOVY
OP Vzdělávání pro konkurenceschopnost
INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

Akreditace dle ISO17025

- Vyšetření vzorku provádí proškolená a externě kontrolovaná osoba dle standardního operačního protokolu ve vhodné laboratoři

Přírodní vědy moderně a interaktivně
©Gymnázium Hranice, Zborovská 293

evropský sociální fond v ČR
EVROPSKÁ UNIE
MINISTERSTVO ŠKOLSTVÍ, MLÁDEŽE A TĚLOVÝCHOVY
OP Vzdělávání pro konkurenceschopnost
INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

Akreditace dle ISO17025

- Vyšetření vzorku provádí proškolená a externě kontrolovaná osoba dle standardního operačního protokolu ve vhodné laboratoři za použití kalibrovaných přístrojů a validovaných metod

Přírodní vědy moderně a interaktivně
©Gymnázium Hranice, Zborovská 293

evropský sociální fond v ČR
EVROPSKÁ UNIE
MINISTERSTVO ŠKOLSTVÍ, MLÁDEŽE A TĚLOVÝCHOVY
OP Vzdělávání pro konkurenceschopnost
INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

Akreditace dle ISO17025

- Vyšetření vzorku provádí proškolená a externě kontrolovaná osoba dle standardního operačního protokolu ve vhodné laboratoři za použití kalibrovaných přístrojů a validovaných metod; výsledky interpretuje dle odborných doporučení.

Přírodní vědy moderně a interaktivně
©Gymnázium Hranice, Zborovská 293

evropský sociální fond v ČR
EVROPSKÁ UNIE
MINISTERSTVO ŠKOLSTVÍ, MLÁDEŽE A TĚLOVÝCHOVY
OP Vzdělávání pro konkurenceschopnost
INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

Akreditace dle ISO17025

- Vyšetření vzorku provádí proškolená a externě kontrolovaná osoba dle standardního operačního protokolu ve vhodné laboratoři za použití kalibrovaných přístrojů a validovaných metod; výsledky interpretuje dle odborných doporučení.

Přírodní vědy moderně a interaktivně
©Gymnázium Hranice, Zborovská 293

evropský sociální fond v ČR
EVROPSKÁ UNIE
MINISTERSTVO ŠKOLSTVÍ, MLÁDEŽE A TĚLOVÝCHOVY
OP Vzdělávání pro konkurenceschopnost
INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

Applied Biosystems 310 Genetic Analyzer

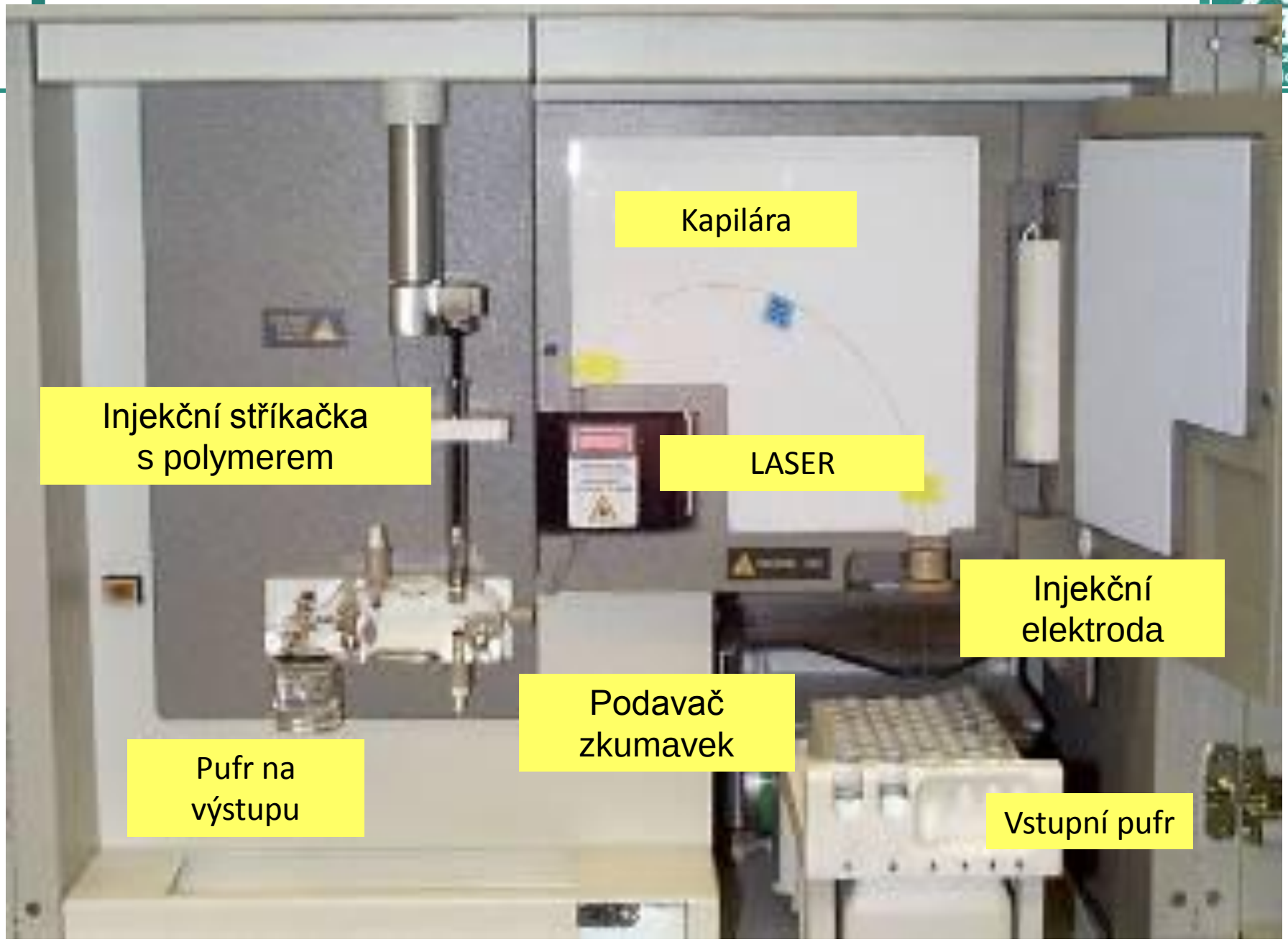
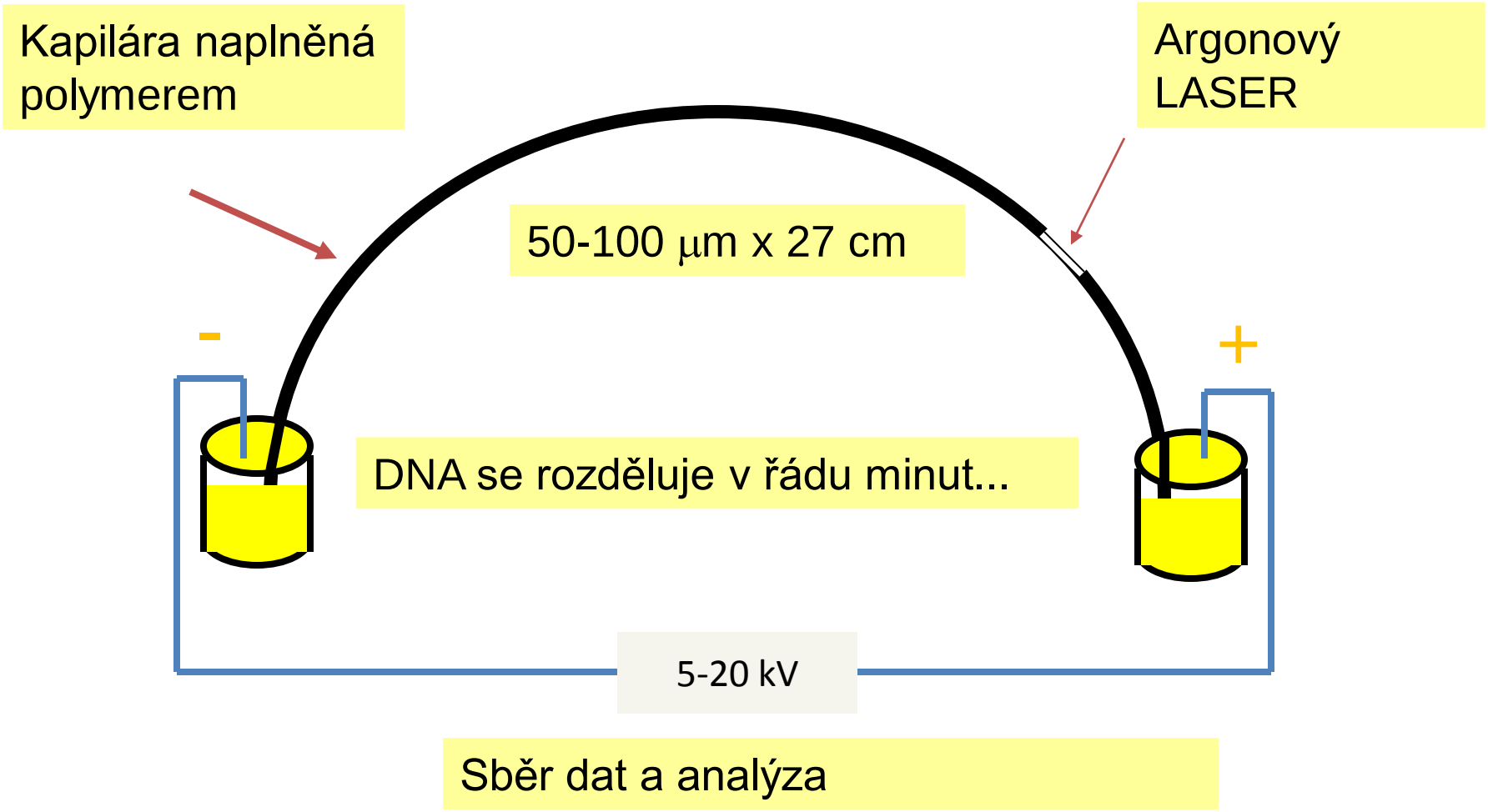

Kapilára
Injekční stříkačka s polymerem
LASER
Injekční elektroda
Podavač zkumavek
Pufr na výstupu
Vstupní pufr

Schéma kapilární elektroforézy (CE)



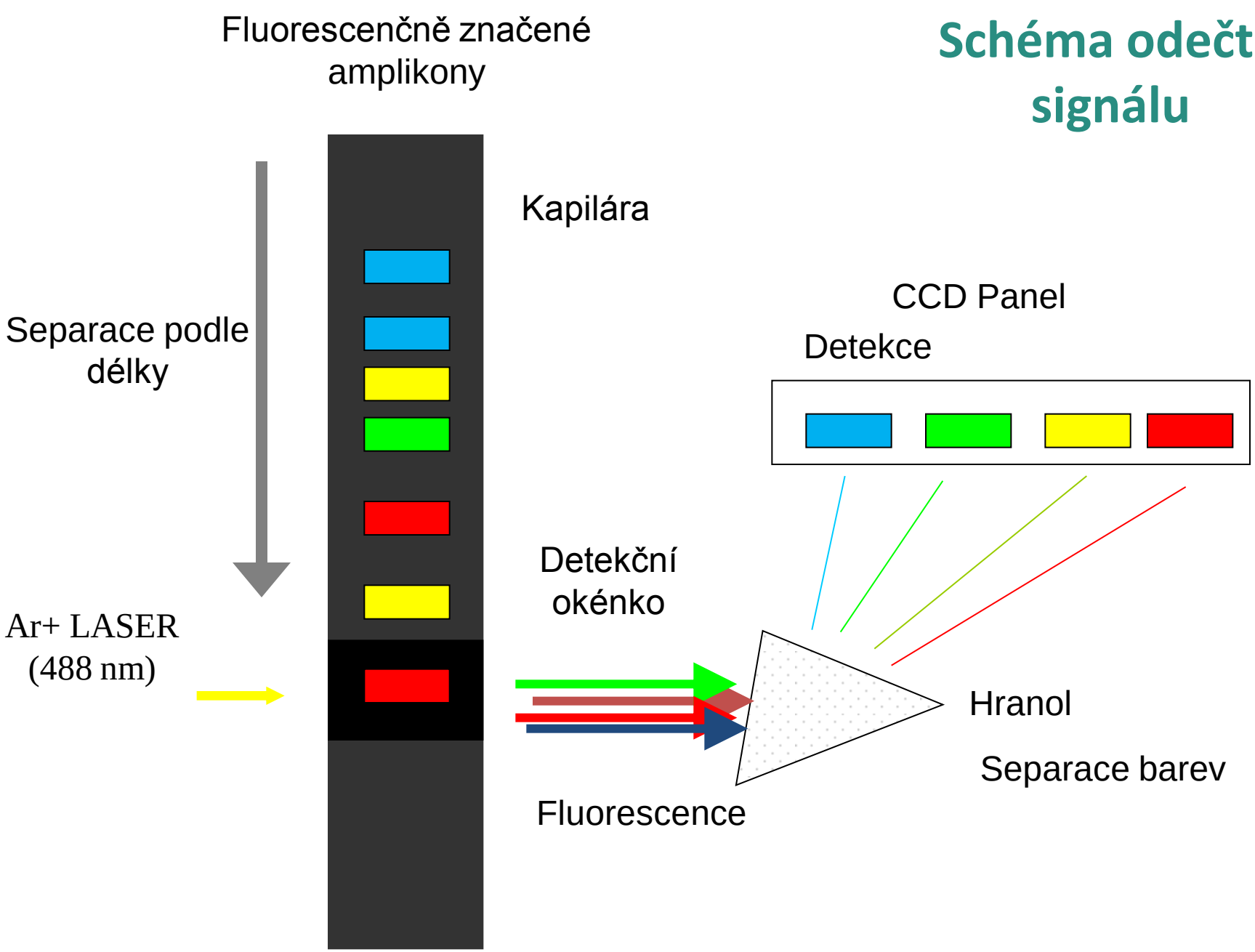
Kapilární elektroforéza

- Amplikony se elektrokineticky vstříknou do kapiláry a elektroforeticky putují (DNA je záporně nabitá)
- Při průchodu okénkem kapiláry jsou osvíceny laserem
- Fluorescenční značení se laserem excituje a vydá signál, který se nahrává a převádí softwarově na vrcholy křivky (píky).

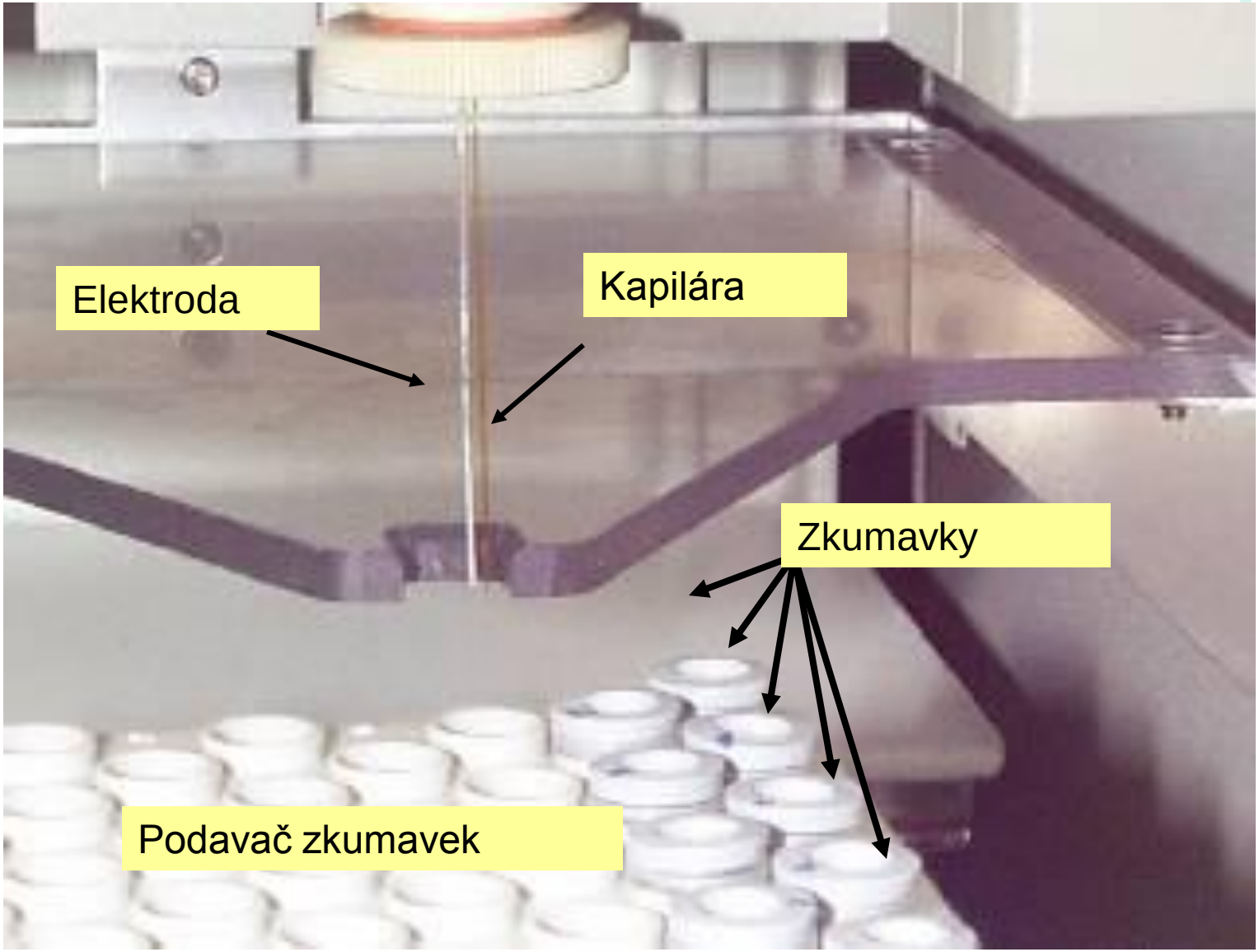
Přírodní vědy moderně a interaktivně
©Gymnázium Hranice, Zborovská 293

evropský sociální fond v ČR
EVROPSKÁ UNIE
MINISTERSTVO ŠKOLSTVÍ, MLÁDEŽE A TĚLOVÝCHOVY
OP Vzdělávání pro konkurenceschopnost
INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

Schéma odečtu signálu

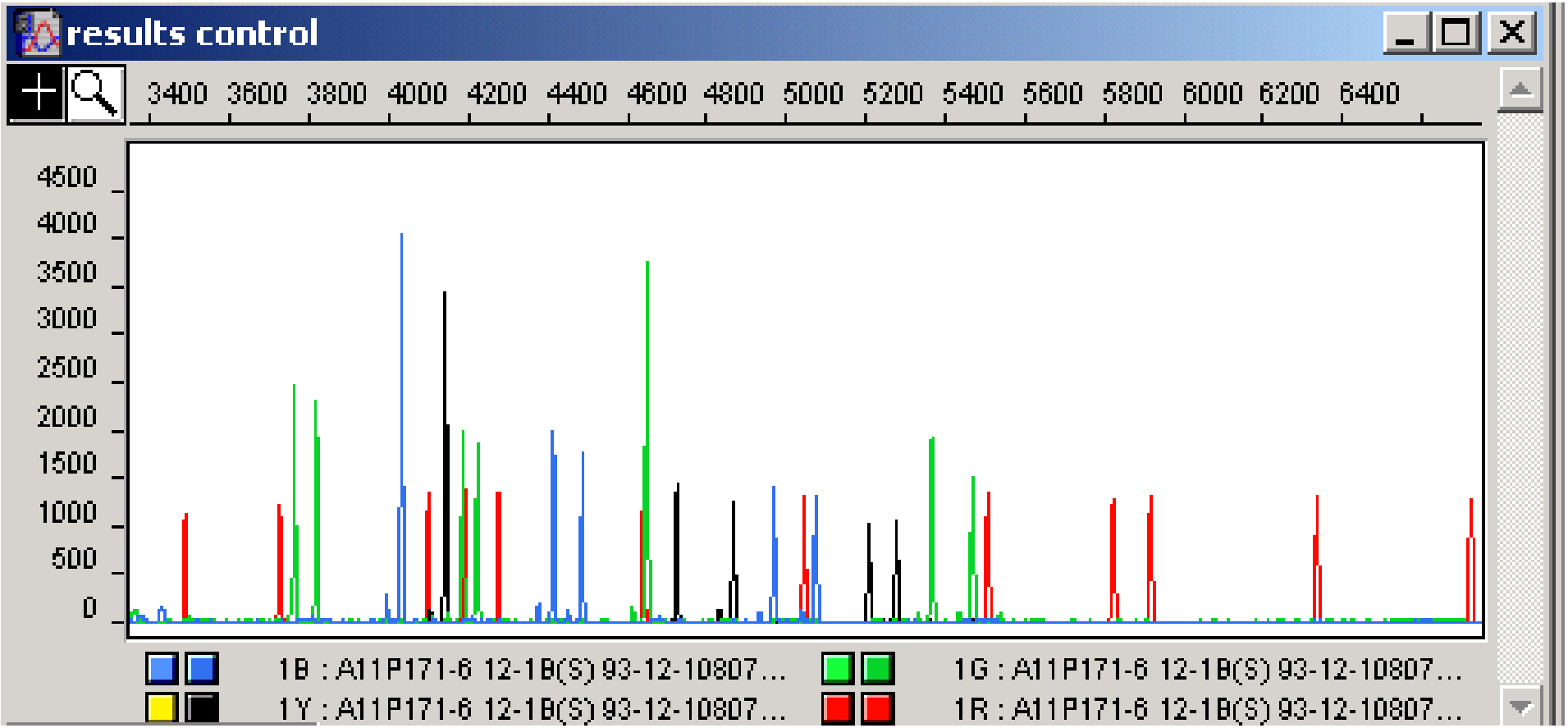


Zaostřeno na podavač zkumavek

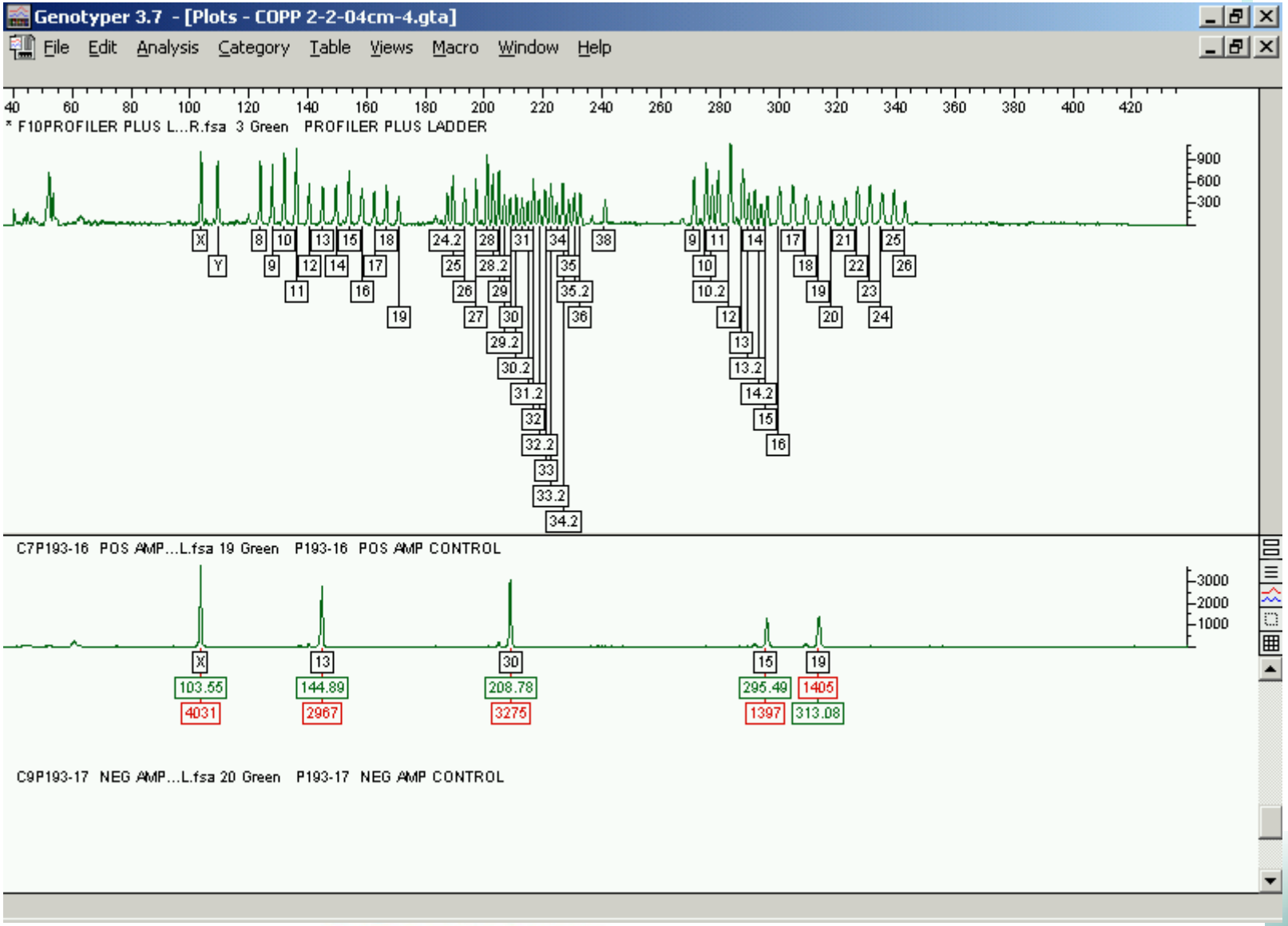


Přírodní vědy moderně a interaktivně
©Gymnázium Hranice, Zborovská 293

STR data


results control
3400 3600 3800 4000 4200 4400 4600 4800 5000 5200 5400 5600 5800 6000 6200 6400
4500
4000
3500
3000
2500
2000
1500
1000
500
0
1B : A11P171-6 12-1B(S) 93-12-10807...
1G : A11P171-6 12-1B(S) 93-12-10807...
1Y : A11P171-6 12-1B(S) 93-12-10807...
1R : A11P171-6 12-1B(S) 93-12-10807...

…STR data s alelickým žebříkem



…STR data převedeny na čísla

STR TYPING SUMMARY SHEET

Date:			**DNA Analyst / Serial #:**							**DR #:**			
9/24/1999			MATTHIES V9780							00-00-00001			
Item #	AMEL	D3S1358	vWA	FGA	D8S1179	D21S11	D18S51	D5S818	D13S317	D7S820	D16S539	THO1	TPOX
25(S)	X, Y	17	15, 17	23, 26	14, 15	26	12, 15	10	9, 13	8, 10	9, 10	8, 9	9, 10
	X, Y	17								8, 10			
25(E)	X	15, 17	16, 18	19, 26	15	28, 32.2	14, 16	8, 13	12	11	11, 12	7, 8	11
	X	15, 17								11			
VICTIM	X	15, 17	16, 18	19, 26	15	28, 32.2	14, 16	8, 13	12	11	11, 12	7, 8	11
	X	15, 17								11			
SUSPECT	X, Y	17	15, 17	23, 26	14, 15	26	12, 15	10	9, 13	8, 10	9, 10	8, 9	9, 10
	X, Y	17								8, 10			

Přírodní vědy moderně a interaktivně
©Gymnázium Hranice, Zborovská 293

evropský sociální fond v ČR
EVROPSKÁ UNIE
MINISTERSTVO ŠKOLSTVÍ, MLÁDEŽE A TĚLOVÝCHOVY
OP Vzdělávání pro konkurenceschopnost
INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

Databázová kvízová otázka

- Koho podchycují policejní kartotéky? Zločince, kteří již byli dopadeni. Jsou však tito delikventi skutečnými esy ve své branži?
  "Co je to za eso," říká …., "když se nechá chytit ? V policejních kartotékách jsou kriminální živly podřadné, druhá, třetí sorta. Prvotřídní kapacity oboru žádná policejní kartotéka nemá. A přece jsou jejich jména někde obsažena a dokonce archivována. Ptáte se kde?

- V třídních knihách. Už ve školních škamnách se pozná, kdo roste pro šibenici."

Cimrman

Přírodní vědy moderně a interaktivně
©Gymnázium Hranice, Zborovská 293

evropský sociální fond v ČR
EVROPSKÁ UNIE
MINISTERSTVO ŠKOLSTVÍ, MLÁDEŽE A TĚLOVÝCHOVY
OP Vzdělávání pro konkurenceschopnost
INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

The Combined DNA Index System (CODIS)

- Mohutný nástroj prevence a represe závažných trestných činů
- Databáze DNA profilů kriminálníků a stop z míst činu
- Americký software, používaný i u nás
- DNA zákon se liší mezi USA státy, u nás chybí
- The National DNA Index (NDIS) má více než 10,269,778 DNA profilů kriminálníků a 399,071 profilů stop (říjen 2011).
- CODIS poskytl 164,000 zásahů a pomohl při 158,000 vyšetřování (říjen 2011).

Přírodní vědy moderně a interaktivně
©Gymnázium Hranice, Zborovská 293

evropský sociální fond v ČR
EVROPSKÁ UNIE
MINISTERSTVO ŠKOLSTVÍ, MLÁDEŽE A TĚLOVÝCHOVY
OP Vzdělávání pro konkurenceschopnost
INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

Komplikace

Přírodní vědy moderně a interaktivně
©Gymnázium Hranice, Zborovská 293

evropský sociální fond v ČR
EVROPSKÁ UNIE
MINISTERSTVO ŠKOLSTVÍ, MLÁDEŽE A TĚLOVÝCHOVY
OP Vzdělávání pro konkurenceschopnost
INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

Kontaminace

evropský sociální fond v ČR
EVROPSKÁ UNIE
MINISTERSTVO ŠKOLSTVÍ, MLÁDEŽE A TĚLOVÝCHOVY
OP Vzdělávání pro konkurenceschopnost
INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

Žena bez tváře - fantóm z Heilbronnu

- DNA profil ženy byl nalezen na místech trestných činů v Rakousku, Francii a Německu mezi lety 1993 a 2009. Na žádném místě činu nebyl popisován pohyb žádné ženy v době zločinu. Mezi zavražděnými byla i policistka Michéle Kiesewetter, zabitá v německém Heilbronnu 25.4.2007
- Stejný DNA profil byl nalezen na 40 místech trestného činu (vraždy, krádeže vloupáním) , v Německu tento zločinec řádil všude, jen ne v Bavorsku
- Analýza mtDNA v Rakousku (v Německu je taková analýza zakázána) poukazovala na možný východoevropský původ vražedkyně
- V březnu 2009 byl stejný profil nalezen u uhořelého žadatele o azyl ve Francii
- Na konci března 2009 vyšetřovatelé udělali závěr, že „Fantóm“ neexistuje, a že DNA byla přítomná na bavlněných sběrných štětečcích už z výroby (které v Německu neodebíralo jen Bavorsko)

©Gymnázium Hranice, Zborovská 293
evropský sociální fond v ČR
EVROPSKÁ UNIE
MINISTERSTVO ŠKOLSTVÍ, MLÁDEŽE A TĚLOVÝCHOVY
OP Vzdělávání pro konkurenceschopnost
INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

…fantóm z Heilbronnu

- 4.11.2011 v Eisenachu se po neúspěšném přepadení banky upálili v karavanu dva členové neonacistické teroristické buňky, aby se vyhnuli zatčení
- Při ohledání spáleniště byla zajištěna služební pistole a pouta policistky Michéle Kiesewetter, při ohledání bytu v Zwickau bylo zajištěno dalších 15 zbraní, ze kterých se střílelo při vraždách 8 Turků a 1 Řeka mezi lety 2000 a 2006 (kebabové vraždy)

Přírodní vědy moderně a interaktivně
©Gymnázium Hranice, Zborovská 293

evropský sociální fond v ČR
EVROPSKÁ UNIE
MINISTERSTVO ŠKOLSTVÍ, MLÁDEŽE A TĚLOVÝCHOVY
OP Vzdělávání pro konkurenceschopnost
INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

Odběrový materiál

- DNA free, DNase free

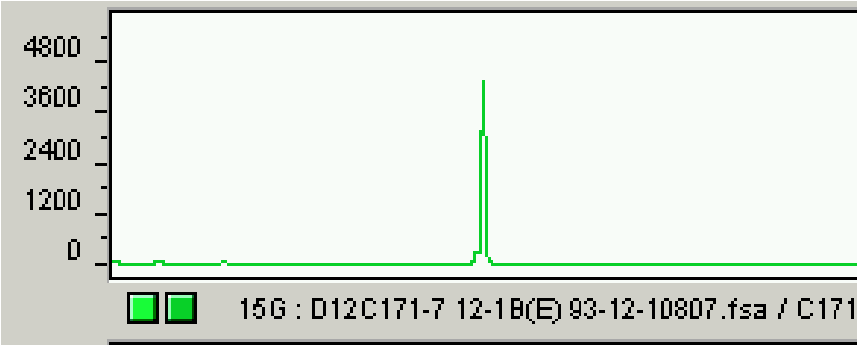
Přírodní vědy moderně a interaktivně
©Gymnázium Hranice, Zborovská 293

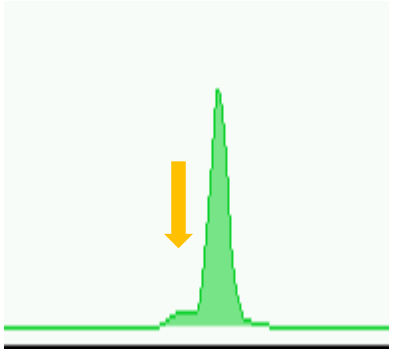
evropský sociální fond v ČR
EVROPSKÁ UNIE
MINISTERSTVO ŠKOLSTVÍ, MLÁDEŽE A TĚLOVÝCHOVY
OP Vzdělávání pro konkurenceschopnost
INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

-A

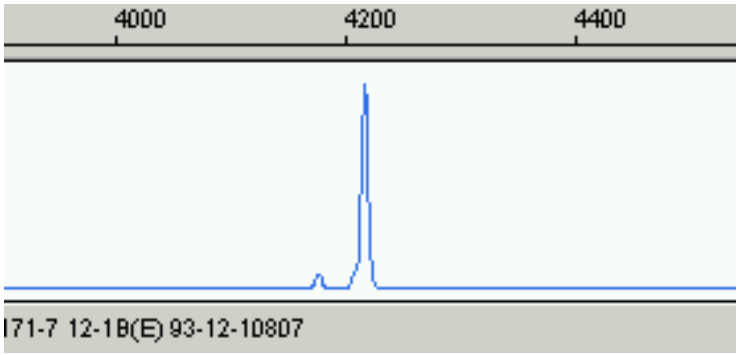
Pík bez adeninu

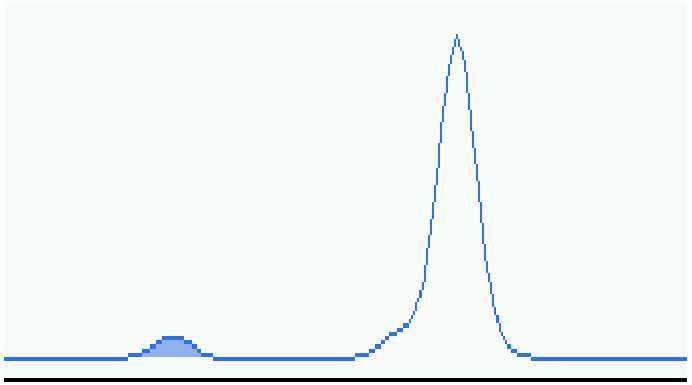
- Nedokonalé přidání beztemplátového adeninu (adeninu z pilnosti)





Prokluz polymerázy (stutter)

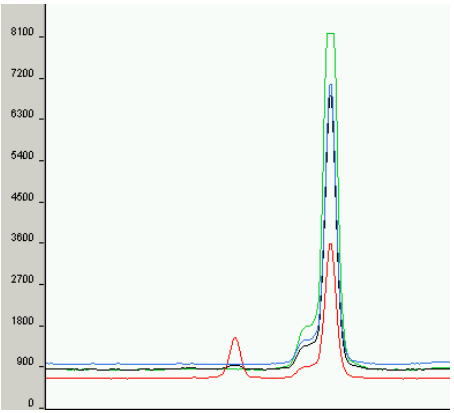


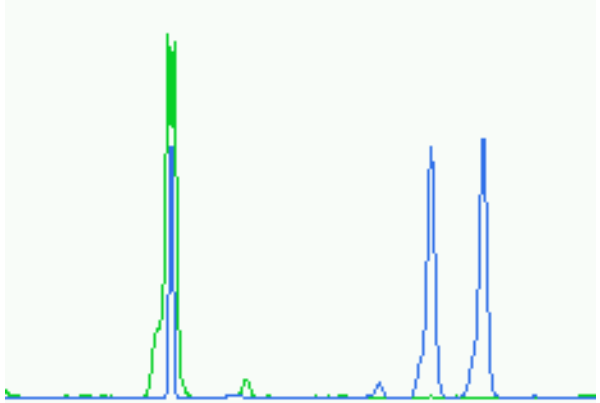


Přetečení (pull-up)

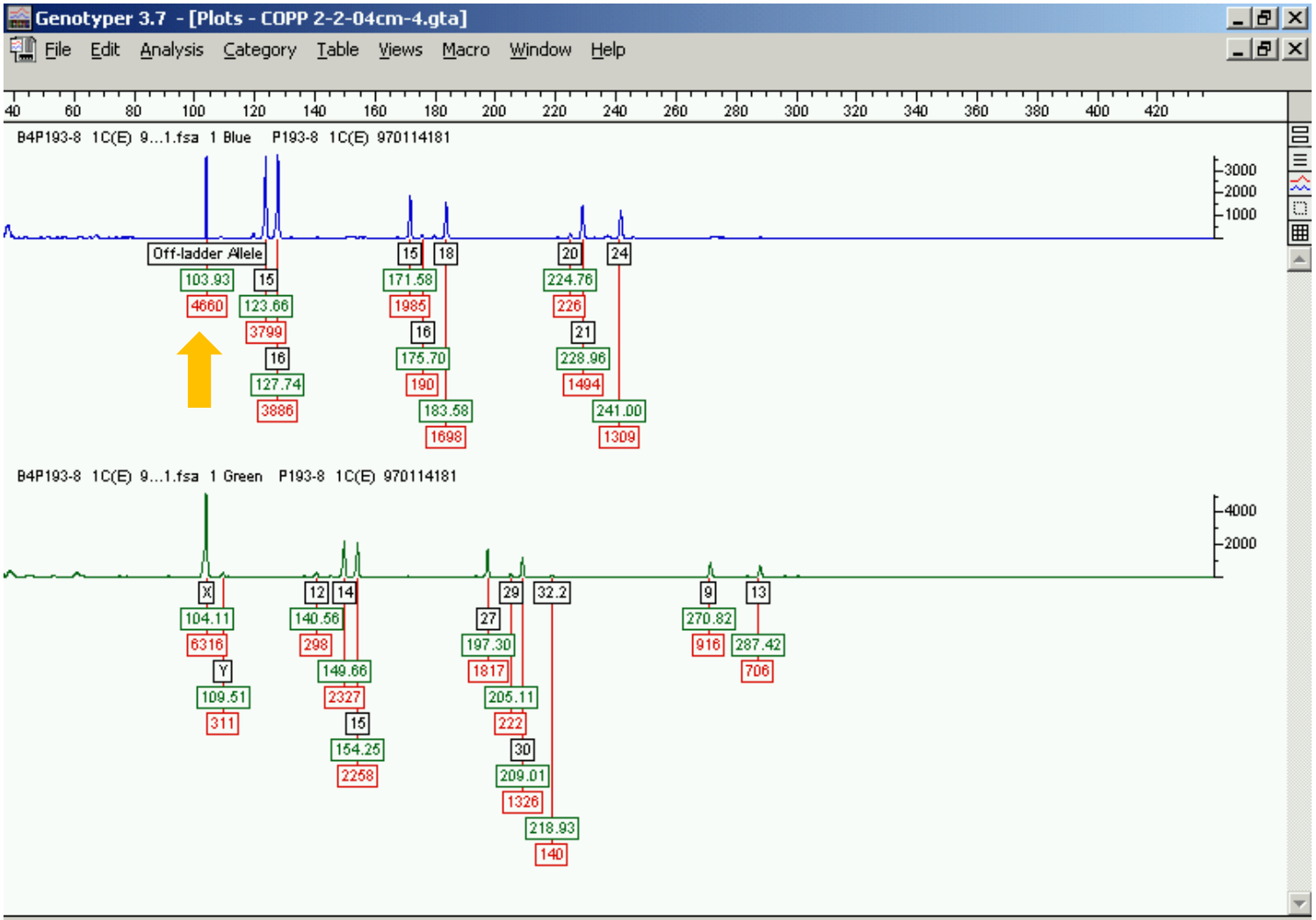
Přírodní vědy moderně a interaktivně
©Gymnázium Hranice, Zborovská 293

Nedokonalá softwarová filtrace spektrálního překryvu fluorescenčních barviček v detekčním systému.





…přetečení

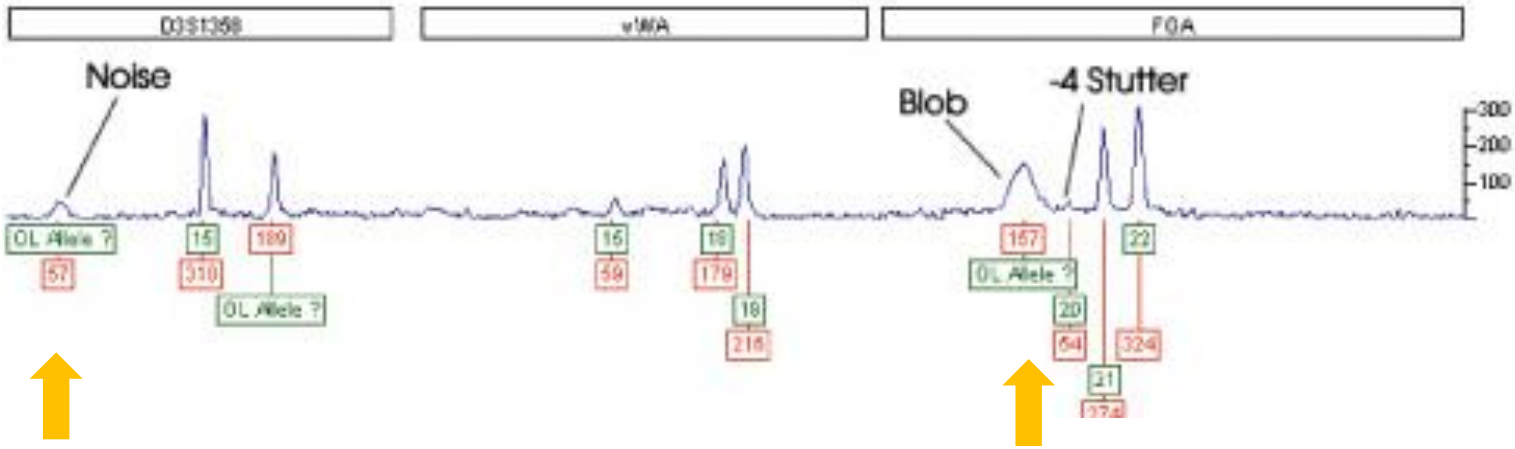


©Gymnázium Hranice, Zborovská 293

fond v ČR EVROPSKÁ UNIE MLÁDEŽE A TĚLOVÝCHOVY pro konkurenceschopnost
INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

Šum (noise) a kaňky (dye blobs)

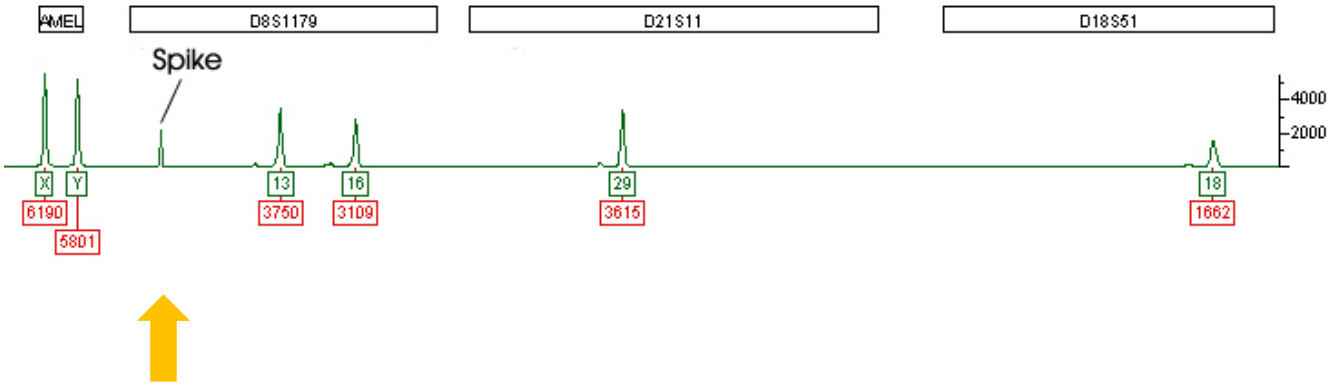
Přírodní vědy moderně a interaktivně
©Gymnázium Hranice, Zborovská 293



http://www.bioforensics.com

evropský sociální fond v ČR
EVROPSKÁ UNIE
MINISTERSTVO ŠKOLSTVÍ, MLÁDEŽE A TĚLOVÝCHOVY
OP Vzdělávání pro konkurenceschopnost
INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

Elektrický výboj (spike)

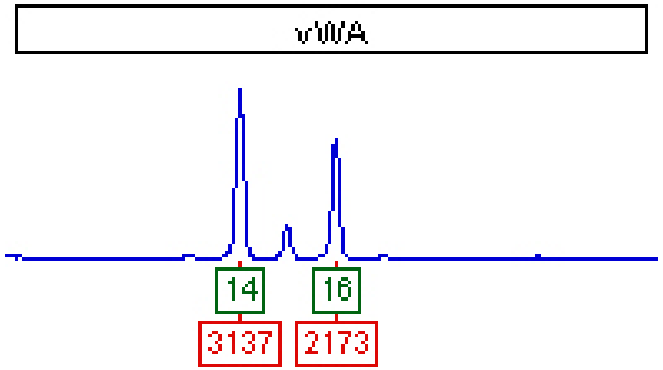


http://cafe419.daum.net/

Přírodní vědy moderně a interaktivně
©Gymnázium Hranice, Zborovská 293

evropský sociální fond v ČR
EVROPSKÁ UNIE
MINISTERSTVO ŠKOLSTVÍ, MLÁDEŽE A TĚLOVÝCHOVY
OP Vzdělávání pro konkurenceschopnost
INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

Nevyvážené píky



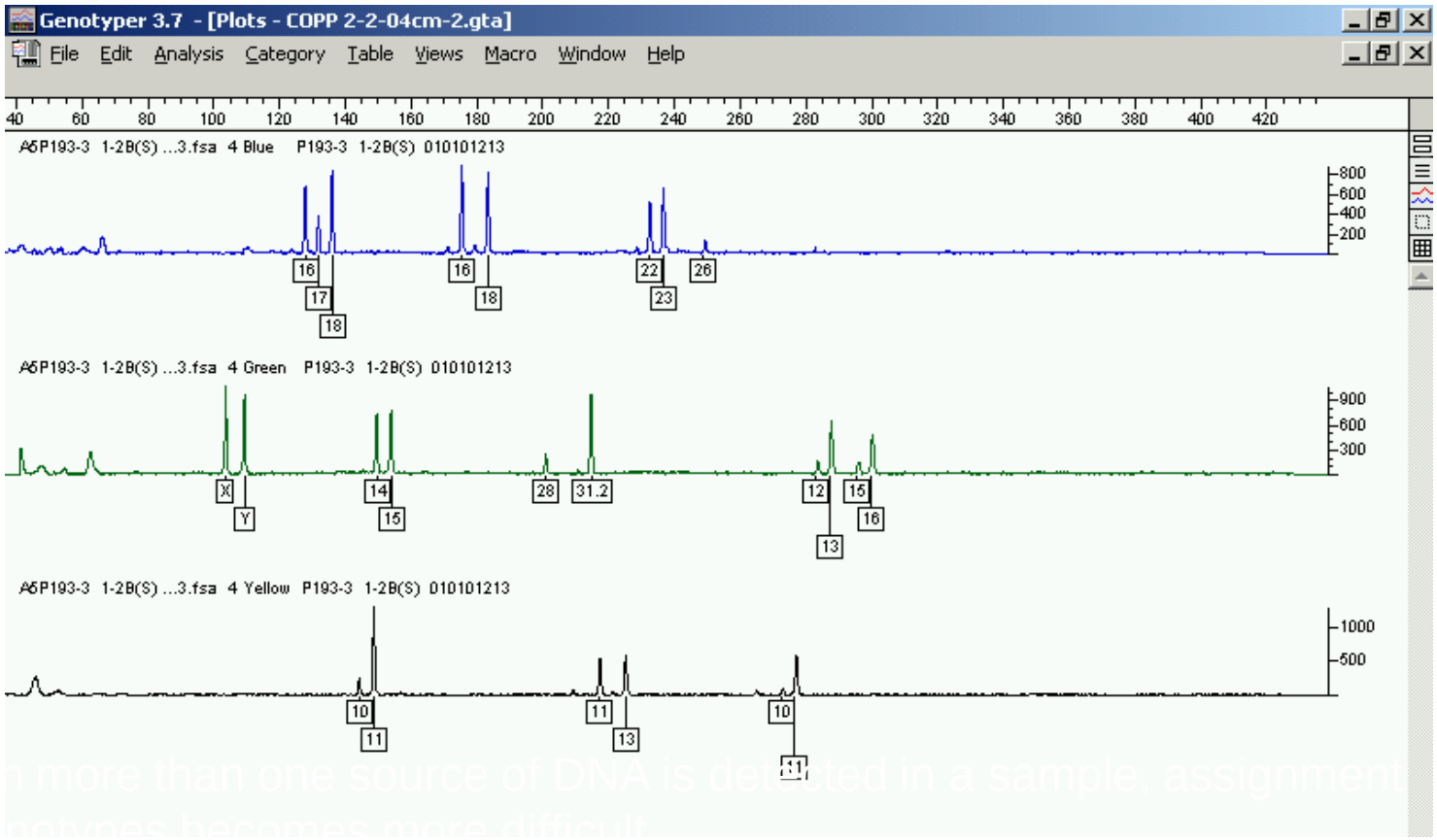
http://cafe419.daum.net/

Přírodní vědy moderně a interaktivně
©Gymnázium Hranice, Zborovská 293

evropský sociální fond v ČR
EVROPSKÁ UNIE
MINISTERSTVO ŠKOLSTVÍ, MLÁDEŽE A TĚLOVÝCHOVY
OP Vzdělávání pro konkurenceschopnost
INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

DNA směsi

Na více lokusech jsou více než dva píky

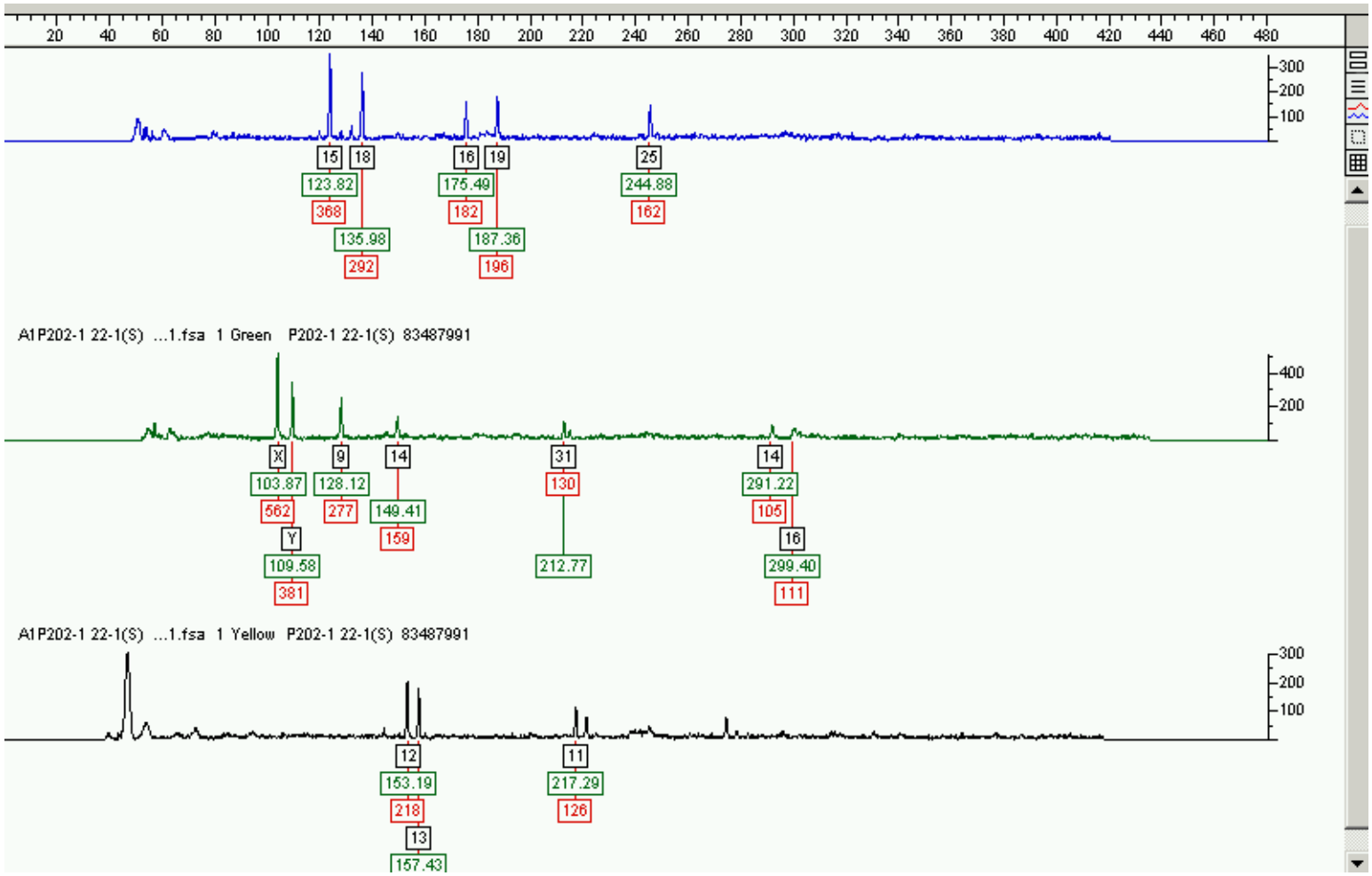


n more than one source of DNA is detected in a sample, assignment
notypes becomes more difficult

Přírodní vědy moderně a interaktivně
©Gymnázium Hranice, Zborovská 293

evropský sociální fond v ČR
EVROPSKÁ UNIE
MINISTERSTVO ŠKOLSTVÍ, MLÁDEŽE A TĚLOVÝCHOVY
OP Vzdělávání pro konkurenceschopnost
INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

Degradované stopy



ski slope, allele drop out, alelle drop in

Kvízová otázka

- Jaké mohou nastat situace, kdy DNA shoda mezi stopou a srovnávacím vzorkem je soudu k ničemu?

Přírodní vědy moderně a interaktivně
©Gymnázium Hranice, Zborovská 293

evropský sociální fond v ČR
EVROPSKÁ UNIE
MINISTERSTVO ŠKOLSTVÍ, MLÁDEŽE A TĚLOVÝCHOVY
OP Vzdělávání pro konkurenceschopnost
INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

Interpretace

- Principy
  - Pro zhodnocení nejistoty tvrzení je nutné zvažovat nejméně jedno alternativní tvrzení.
  - Interpretace je založena na otázce: Jaká je pravděpodobnost důkazu za předpokladu platnosti tvrzení?
  - Interpretace je podmíněná nejen soutěžícími tvrzeními, ale také zarámováním do konkrétních podmínek.

Přírodní vědy moderně a interaktivně
©Gymnázium Hranice, Zborovská 293

evropský sociální fond v ČR
EVROPSKÁ UNIE
MINISTERSTVO ŠKOLSTVÍ, MLÁDEŽE A TĚLOVÝCHOVY
OP Vzdělávání pro konkurenceschopnost
INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

Interpretace

- Jedná se o důkaz, který podporuje verzi obžaloby nebo verzi obhajoby?
- Jak silný je to důkaz?

Přírodní vědy moderně a interaktivně
©Gymnázium Hranice, Zborovská 293

evropský sociální fond v ČR
EVROPSKÁ UNIE
MINISTERSTVO ŠKOLSTVÍ, MLÁDEŽE A TĚLOVÝCHOVY
OP Vzdělávání pro konkurenceschopnost
INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

Síla důkazů se vyjadřuje věrohodnostním poměrem

Přírodní vědy moderně a interaktivně
©Gymnázium Hranice, Zborovská 293

$$\frac{\text{Pravděpodobnost důkazu (DNA profilů vyšetřovaných osob) za předpokladu prvního tvrzení (první verze, první hypotézy, verze obžaloby)}}{\text{Pravděpodobnost důkazu za předpokladu druhé verze (verze obhajoby)}}$$

Verze (hypotézy) se navzájem vylučují.

Pozn.: Nevypadá to záludně, ale často se plete, co je hypotéza a co důkaz.

Jenom soud nakonec

- … rozhoduje, zda započtením věrohodnostního poměru je dosažena hranice pro vynesení rozsudku „vinen“ nebo zda je žalovaný vyloučen z kruhu podezřelých.

Přírodní vědy moderně a interaktivně
©Gymnázium Hranice, Zborovská 293

evropský sociální fond v ČR
EVROPSKÁ UNIE
MINISTERSTVO ŠKOLSTVÍ, MLÁDEŽE A TĚLOVÝCHOVY
OP Vzdělávání pro konkurenceschopnost
INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

Další typy markerů

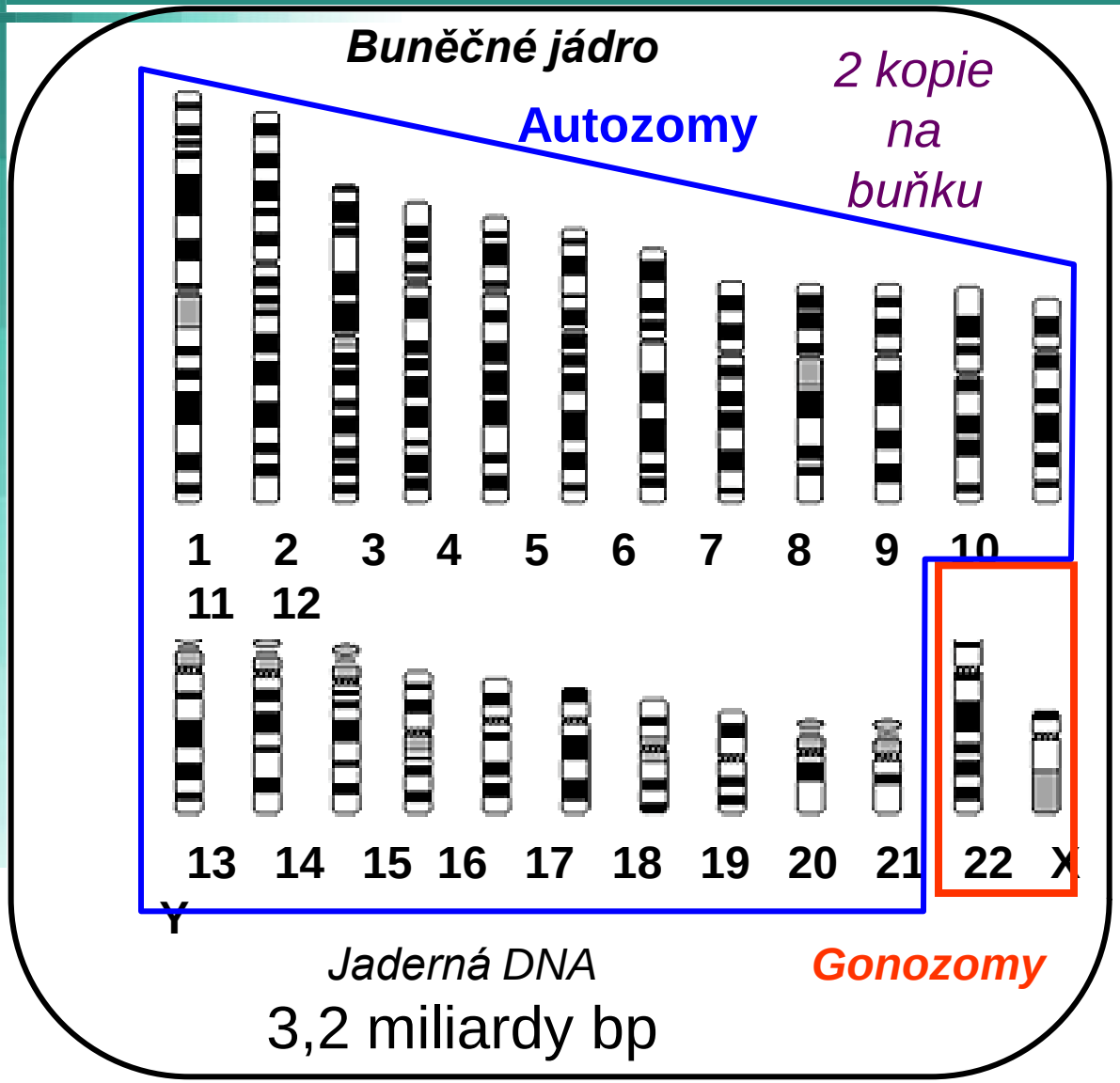
- Mitochondriální
- Na chromozómu Y

Přírodní vědy moderně a interaktivně
©Gymnázium Hranice, Zborovská 293

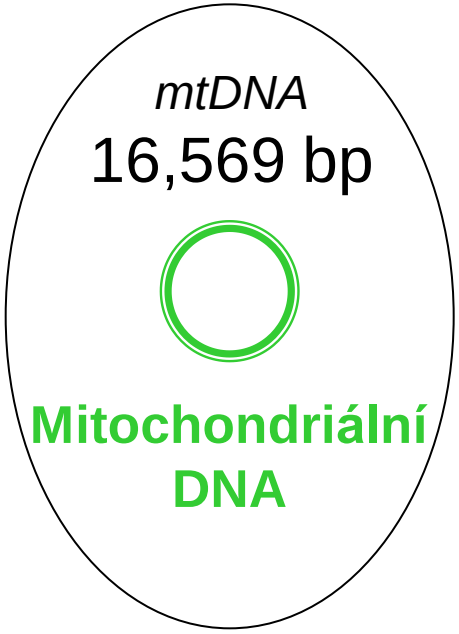
evropský sociální fond v ČR
EVROPSKÁ UNIE
MINISTERSTVO ŠKOLSTVÍ, MLÁDEŽE A TĚLOVÝCHOVY
OP Vzdělávání pro konkurenceschopnost
INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

Lidský genom: 23 párů chromozomů + mtDNA

Přírodní vědy moderně a interaktivně
©Gymnázium Hranice, Zborovská 293



Mitochondrie (přítomny v cytoplazmě v mnoha kopiích)

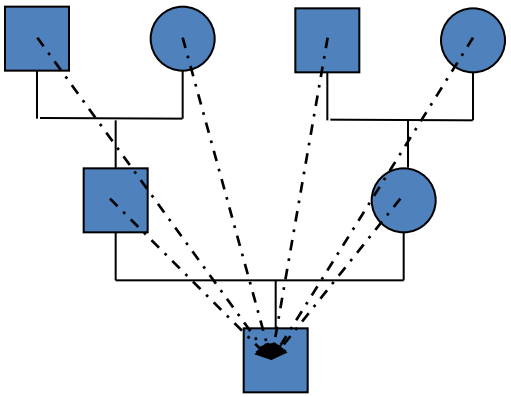


Stovky kopií mtDNA v mitochondrii

Butler, J.M. (2005) *Forensic DNA typing, 2nd Edition,* Figure 2.3, ©Elsevier Science/Academic Press

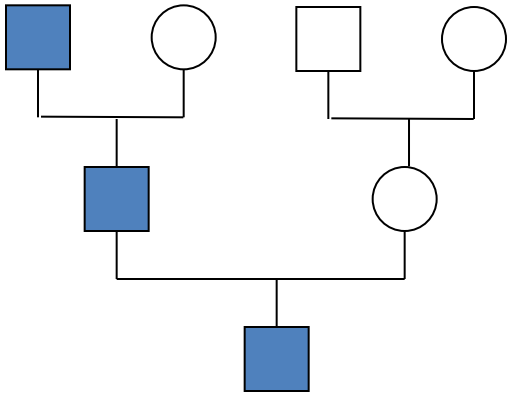
Srovnání dědičnosti markerů

CODISové STR markery

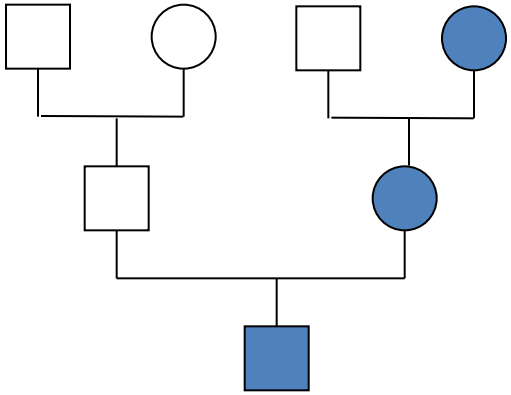


Autozomy
(přenáší se z generace na generaci od otce i od matky polovina)

Rodokmenové markery



Chromozom Y
(přenáší se z generace na generaci vše, ale jen z otce na syna)



mtDNA
(přenáší se z generace na generaci vše, ale jen matkami)

Butler, J.M. (2005) *Forensic DNA typing, 2nd Edition,* Figure 9.1, ©Elsevier Science/Academic Press

Po přeslici, matrilineárně, matroklinně

http://www.old-picture.com/europe/Spinning-Spinner-Irish-Wheel

Přírodní vědy moderně a interaktivně
©Gymnázium Hranice, Zborovská 293

Mitochondriální DNA (mtDNA)

- Výhody
  - Citlivost na úrovni jediné buňky, protože každá buňka má stovky mitochondrií a každá mitochondrie má desítky mtDNA
  - Použitelné i u vlasů, spálených těl
- Nevýhody
  - Riziko kontaminace
  - Heteroplazmie
  - Matroklinní dědičnost
  - Sekvenování metodou volby
  - Kvalita databází

Přírodní vědy moderně a interaktivně
©Gymnázium Hranice, Zborovská 293

evropský sociální fond v ČR
EVROPSKÁ UNIE
MINISTERSTVO ŠKOLSTVÍ, MLÁDEŽE A TĚLOVÝCHOVY
OP Vzdělávání pro konkurenceschopnost
INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

Y-STRs

- Výhody
  - Testováním znaků přítomných jen v mužském biologickém materiálu lze řešit problém směsí po znásilnění, kde je ve stopě víc ženského materiálu
- Nevýhody
  - Jednotlivé markery jsou ve vazbě, vytvářejí haplotyp
  - Nižší diskriminační síla (wicked uncle Ernie, Čingischánův haplotyp C3)

Přírodní vědy moderně a interaktivně
©Gymnázium Hranice, Zborovská 293

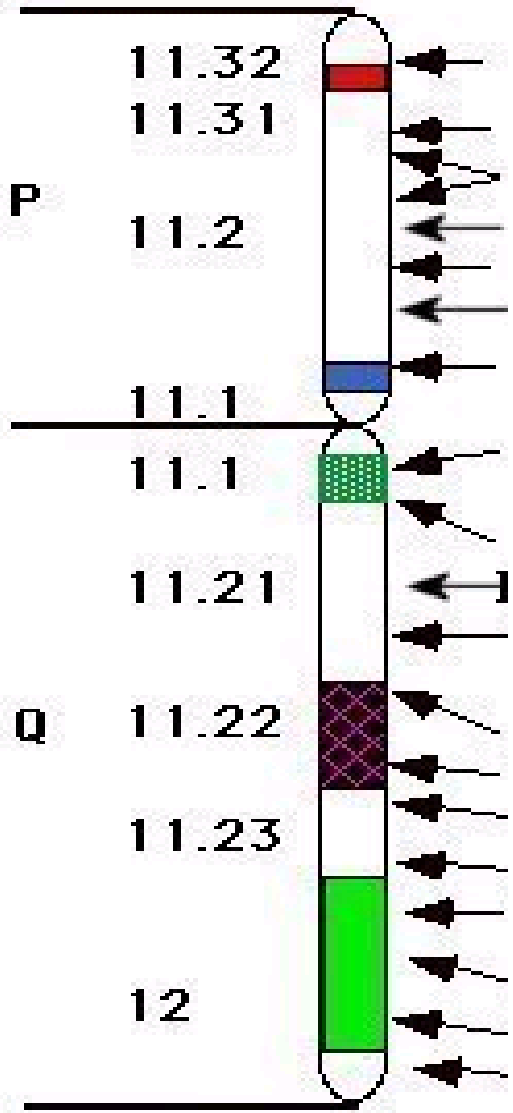
evropský sociální fond v ČR
EVROPSKÁ UNIE
MINISTERSTVO ŠKOLSTVÍ, MLÁDEŽE A TĚLOVÝCHOVY
OP Vzdělávání pro konkurenceschopnost
INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

Po meči, patrilineárně, agnátsky

http://www.aceros-de-hispania.com

Přírodní vědy moderně a interaktivně
©Gymnázium Hranice, Zborovská 293

Genetická mapa chromozómu Y



TDF: Testis determining factor
MAC: hraní si s elektronikou
FLP: přepínání TV kanálů
ISHO: neschopnost vidět zřejmé
BLZ-1: kopání do kulatého nesmyslu
BS: (sprosté) nadávky
BLZ-1: (nepodložené) sebevědomí
GOT-1: vykládání vtipů
BUD-E: zaostření na sportovní stránku novin
Anti-stop: odmítání zeptat se na cestu
T-2: přitahování k destrukčním filmům
DC10: schopnost rozpoznat typ letadla
MOM-4U: fascinace pavouky a hady v dětství
P2E: odplivování si
SIT: čtení na záchodě
ME-2: neschopnost vyjádření citu
HUH: selektivní hluchota
OOPS: zapomínání rodinných výročí

Jane Gitschier, Science 1993

Pro nadšence

- www.ysearch.org (chromozóm Y)
- www.mitosearch.org (mtDNA)
- www.dna.ancestry.com

Přírodní vědy moderně a interaktivně
©Gymnázium Hranice, Zborovská 293

evropský sociální fond v ČR
EVROPSKÁ UNIE
MINISTERSTVO ŠKOLSTVÍ, MLÁDEŽE A TĚLOVÝCHOVY
OP Vzdělávání pro konkurenceschopnost
INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

Shrnutí

- DNA je mocná, ale ne všemocná
- DNA důkaz je silným důkazem jen za přesně stanovených podmínek
- CSI je nutno brát s rezervou

Přírodní vědy moderně a interaktivně
©Gymnázium Hranice, Zborovská 293

evropský sociální fond v ČR
EVROPSKÁ UNIE
MINISTERSTVO ŠKOLSTVÍ, MLÁDEŽE A TĚLOVÝCHOVY
OP Vzdělávání pro konkurenceschopnost
INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

Poděkování

- Hana Lovětínská, John Butler, Harry Klann, Carl Matthies etc.
- Vám za pozornost!

jiri_drabek@seznam.cz

Přírodní vědy moderně a interaktivně
©Gymnázium Hranice, Zborovská 293

evropský sociální fond v ČR
EVROPSKÁ UNIE
MINISTERSTVO ŠKOLSTVÍ, MLÁDEŽE A TĚLOVÝCHOVY
OP Vzdělávání pro konkurenceschopnost
INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ