



Česká zemědělská univerzita v Praze

**Fakulta lesnická
a dřevařská**

Genetika lesních dřevin

teorie, aplikace a případové studie

Přednáška v rámci programu Univerzity třetího věku

4. dubna 2024

Ing. Jiří Korecký, Ph.D.



I. teorie



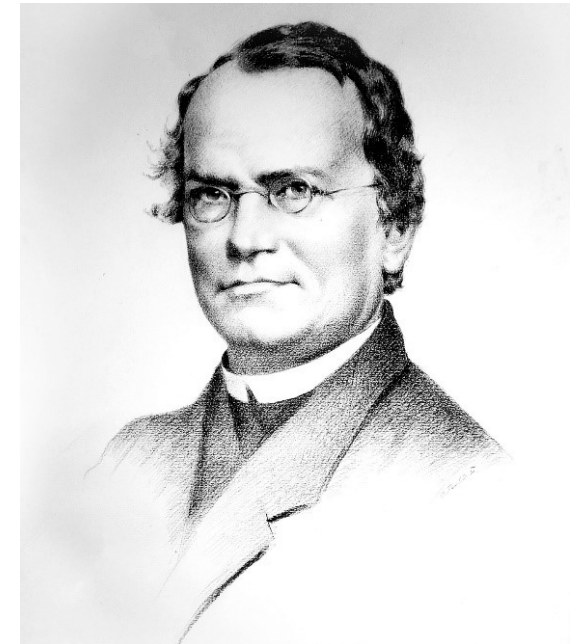
Genetika

- Biologická věda studující zákony dědičnosti a proměnlivosti, a to na úrovni buněk či organismů
- Pravidla přenosu, uchování a vyjádření genetické informace mají (až na výjimky) univerzální platnost napříč říši
- Úvahy nad podobností rodičů a jejich potomstva jsou pravděpodobně staré jako lidstvo samo, avšak vznik genetiky jako vědní disciplíny se datuje na začátek 20. století, kdy došlo ke „znovuobjevení Mendela“



Johann Gregor Mendel (1822 – 1884)

- Zakladatel genetiky, biolog, matematik a meteorolog
- „Moravan německé řeči“
- Experimentům s křížením hrachu se věnoval v letech 1856 – 1863 v Brně, výsledky svých experimentů přednesl v roce 1865, následně publikoval práci *Pokusy s rostlinnými hybridy*
- Mendelovy zákony dědičnosti vešly ve známost až na počátku 20. století



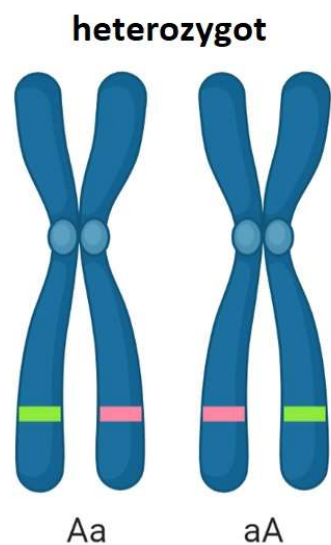


Mendelovy zákony dědičnosti

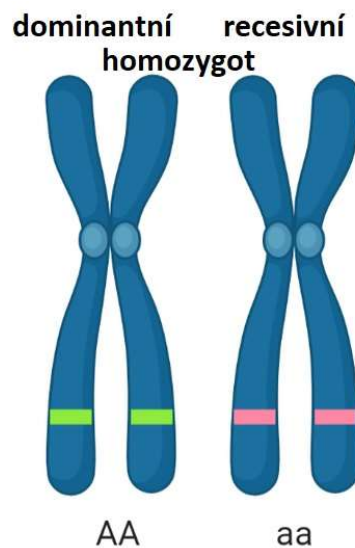
- „modelové“ případy křížení rodičů s definovanými charakteristikami („vnějšími“ a „vnitřními“) a vyjádření charakteru (opět „vnější“ i „vnitřní“) všech potenciálně vzniklých potomků v proporčních poměrech
- 1. Mendelův zákon – o uniformitě hybridů první generace
- 2. Mendelův zákon – o náhodné segregaci alel
- 3. Mendelův zákon – o nezávislé rekombinovatelnosti alel



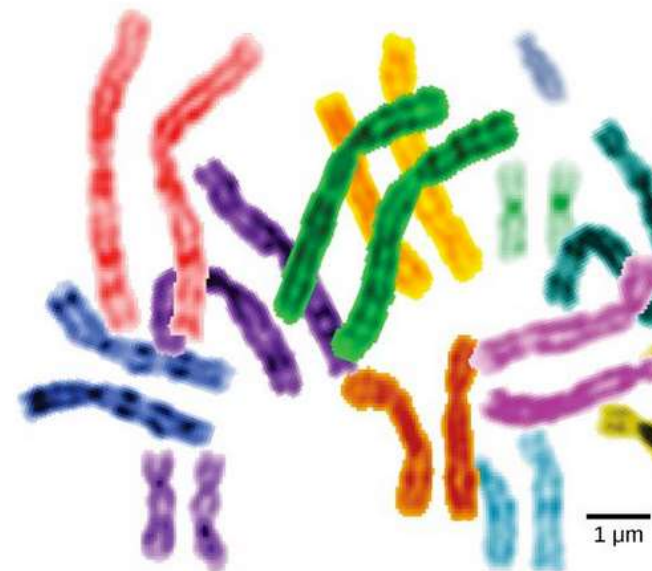
DNA



gen



alela



chromozómy



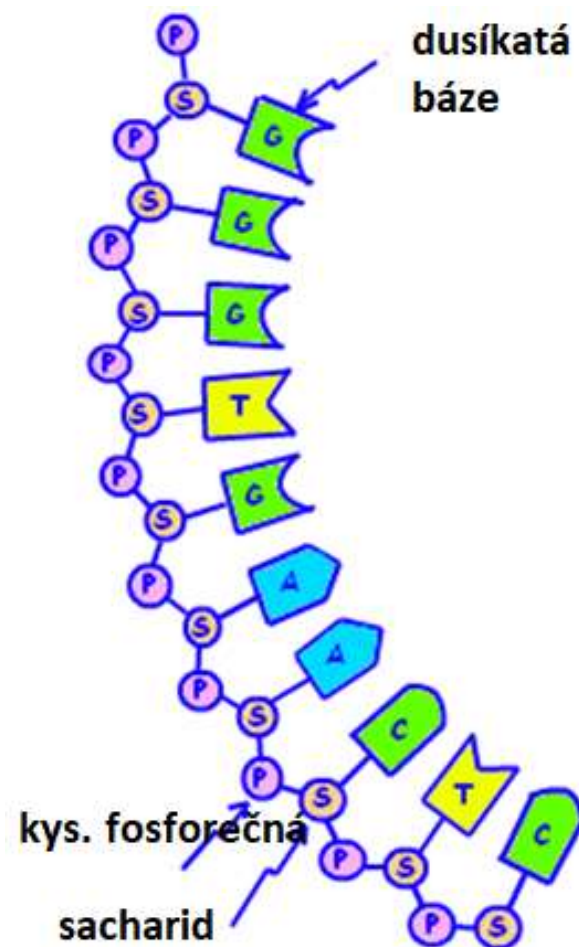
DNA – deoxyribonukleová kyselina



↖ A adenin
↗ T thymin

↖ C cytosin
↗ G guanin

Párování dusíkatých bází
A – T, C – G





Genom

CATGACGTCGCGGACAACCCAGAATTGTCTTGAGCGATGGTAAGATCTAACCTCACTGCCGGGGGAGGCTCATACTG
CTGGGGCTTTACTGATGTCATACCGTCTTGACGCGGGATAGAATGACGGTGCCCGTGTCTGCTTGCCTCGAAGCA
ATTTTCTGAAAGTTACAGACTTCGATTAAAAAGATCGGACTGCGCGTGGGCCCCGGAGAGACATGCGTGGTAGTCA
TTTTTCGACGTGTCAAGGACTCAAGGGAATAGTTTGGCGGGAGCGTTACAGCTTCAATTCCTCAAAGGTCGCAAGA
CGATAAAATTCAACTACTGGTTAGAGGGGAACCGGCTCCCAAAT
CCCTGGGTGTTCTATGATAAGTATGACTCTTCTATCTTATGGTG
ATCCAAGCGCCCGCTAATTCTGACATTAGATCAAAGGATCCCCG
AGCCCAGTCGCAAGGGTCTGCTATCTACCTGCCCTCCCCTCACC
GGTTAAGGCGTGTGATCGACGATGCAGGTATACATCGGCTCGGACCTACAGTGGTTCGATCGACTGGCTACTGGCT
TCGCGGTTTCGGCGCGTAGTTGAGTGCGATAACCCAACCGGTGGCAAGTAGCAAGAAGACCTACCTGGGTCACCTT
AGACAACCTAACTAATAGTCTCTAACGGGGAATTACCTTTACCAGTCTCATGCCTCCAATATATCTGCACCGCTT
CAATGATATCGCCACAGAAAGTAGGGTCTCAGGTATCGCATACGCCGCGCCCGGGTCCCAGCTACGCTCAGGAC
GACAGTAGAGAGCTATTGTGTAATTCAGGCTCAGCATTTCATCGACCTTTCCTGTTGTGAATATTGTGCTAATGCA
TCTCGTCCGTAAACGATCTGGGGGGCAAAACCGAATATCCGTATTCTCGTCCCTACGGGTCCACAATGAGAAAGTCC
TGCGCGTGATCGTCAGTTAAGTTAAATTAATTCAGGCTACGGTAAACTTGTAGTGAGCTAAGAATCACGGGAATC
ACGGGTTTCGCTACAGATGAACTGAATTTATACACGGACAACCTCATCGCCCATTTGGGCGTGGGCACCGCAGATCA
AAAGTGGCAGATTAGGAGTGCTTGATCAGGTTAGCAGGTGGACTGTATCCAACAGCGCATCAAACCTTCAATAAAT
CCAAAGCGTTGTAGTGGTCTAAGCACCCCTGAACAGTGGCGCCCATCGTTAGCGTAGTACAACCCTTCCCCCTTG
AGGTGCGACATGGGGCCAGTTAGCCTGCCCTATATCCCTTGCACACGTTCAATAAGAGGGGCTCTACAGCGCCGC
TTTTTAAATTAGGATGCCGACCCCATCATTGGTAACCTGTATGTTTCATAGATATTTCTTCAGGAGTAATAGCGACA
AGCTGACACGCAAGGGTCAACAATAATTTCTACTATCACCCCGCTGAACGACTGTCTTTGCAAGAACCAACTGGG
CTTAGATTTCGCGTCCTAACGTAGTGAGGGCCGAGTCATATCATAGATCAGGCATGAGAAACCGACGTCGAGTCTA
CACACGAGTTGTAAACAACCTTGATTGCTATACTGTAGCTACCGCAAGGATCTCCTACATCAAAGACTACTGGGCG
ATCTGGATCCGAGTCAGAAATACGAGTTAATGCAAATTTACGTAGACCGGTGAAAACACGTGCCATGGGTGCGT
AGACCGTAGTCAGAAGTGTGGCGCGCTATTTCGTACCGAACCGGTGGAGTATACAGAATTGCTCTTCTACGACGTA
AGGAGCTCGGTCCCCAATGCACGCCAAAAAAGGAATAAAGTATTCAAACCTGCGCATGGTCCCTCCGCCGGTGGCA
CTATTATCCATCCGAACGTTGAACCTACTTCCTCGGCTTATGCTGTCTCAACAGTATCGCTTATGAATCGCATG
CGGCTGTGGATCTTAACGGCCACATTCTTAATTCGACCGATCACCGATCGCCTTTCCTCGCTGGTACAATGAGT
ACTAAGTTATCCAGATCAAGGTTTGAACGGACTCGTATGACATGTGTGACTGAACCCGGGAGGAAATGCAGAGAA
CTGTTTCAAGGCCTCTGCTTTGGTATCACTCAATATATTCAGACCAGACAAGTGGCAAAATTTTCGTGCGCCTCTC
CTAGGTATTCACGCAACCGTCGTAACATGCACTAAGGATAACTAGCGCCAGGGGGGCATACTAGGTCCCGGAGCT
AAAGACTACCCTATGGATTCTTGGAGCGGGGACAATGCAGACCGGTTACGACACAATTATCGGGATCGTCTAGA
GGTATTATTAGCAAGACAATAAAGGACATTGCACAGAGACTTATTAGAATTCAACAAACAGGATCATATCATGCG
GTGTTGGGTCGGGCAAGTCCCCGAAGCTCGGCCAAAAGATTCGCCATGGAACCGTCTGGTCTGTAGCGTGTAC
GCCTGCTCCTGTTCCGGGTACCATAGATAGACTGAGATTGCGTCAAAAAATTGCGGCGAAAATAGAGGGGCTCCT
TGTAGAAATACCAGACTGGGGAATTTAAGCGCTTTCCACTATCTGAGCGACTAAACATCAACAAATGCGTCTACT
CGAATCCGCAGTAGGCAATTACAACCTGGTTCAGATCACTGGTTAATCAGGGATGTCTTCATAAGATTATACTTG
CCCCGACGCGACAGCTCTTCAAGGGGCCGATTTTTGGACTTCAGATACGCTAGAATTTAAAGGGTCTCTTACACC
TGCTGCGGCCTGCAGGGACCCCTAGAACTTGCCGCCTACTTGTCTCAGTCTAATAACGCGCGAAGCCGTGGGGCA
CGTGACCTTAAGTCGCAGAGCGAGTGATGAATTTGGGACGCTAATATGGGTGAATAGAGACTTATATCATCAGGG

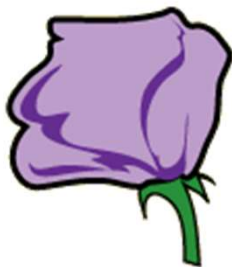


Fenotyp – vnější projev, znak

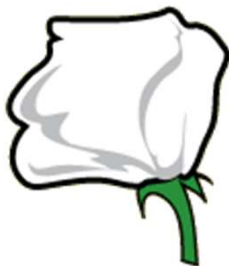
Genotyp – genetické určení znaku (gen)



AA dominantní homozygot



Aa heterozygot



aa recesivní homozygot



1. Mendelův zákon – o uniformitě hybridů první generace

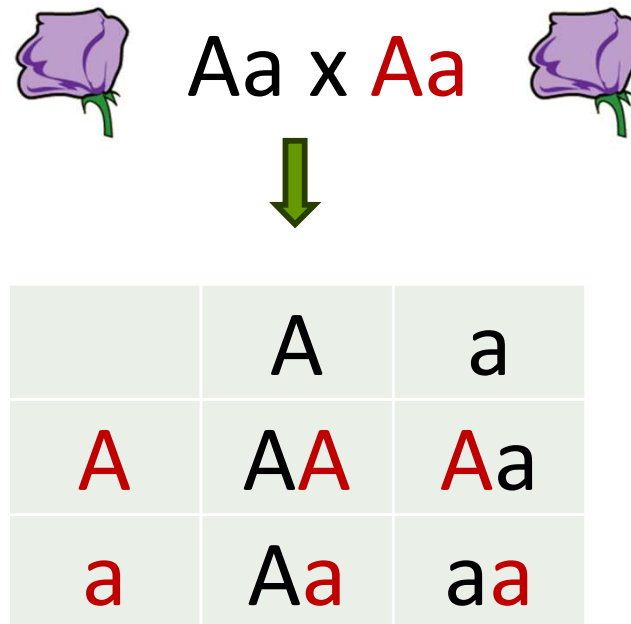


	A	A
a	Aa	Aa
a	Aa	Aa

 100% Aa



2. Mendelův zákon – o náhodné segregaci alel



Genotypový štěpný poměr: 1:2:1

Fenotypový štěpný poměr: 3:1





3. Mendelův zákon – o volné kombinovatelnosti alel

🟡 AaBb x AaBb 🟡



Dominantní znaky: žluté (A) a kulaté (B) semeno

	AB	Ab	aB	ab
AB	AABB	AABb	AaBB	AaBb
Ab	AABb	AAbb	AaBb	Aabb
aB	AaBB	AaBb	aaBB	aaBb
ab	AaBb	Aabb	aaBb	aabb



Genotypový štěpný poměr: 9 : 3 : 3 : 1

Fenotypový štěpný poměr: 1:2:1:2:4:2:1:2:1



fenotyp (P) = genotyp (G) + prostředí (E)

- **Kvalitativní znaky** (*typicky Mendelovské znaky*)
- **fenotyp = genotyp (1 gen)**
- Zjištěné hodnoty lze rozdělit do skupin – kategorií, *minimum produkčně a hospodářsky významných znaků*
 - barva a tvar semen hrachu
 - zbarvení květu
- **Kvantitativní znaky**
- **fenotyp = genotyp (často větší počet genů) + prostředí**
- Naměřené hodnoty lze spojit křivkou, která vytváří normální rozdělení, *naprostá většina znaků produkčního a hospodářského významu*
 - výška, výčetní tloušťka stromu, hustota dřeva
 - produkce mléka, parametry paroží (bodová hodnota)



II. aplikace



Česká zemědělská univerzita v Praze
**Fakulta lesnická
a dřevařská**

Odběr vzorků



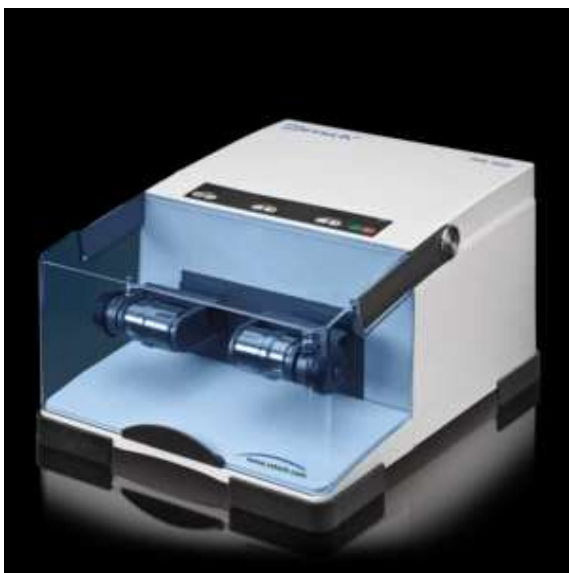


Česká zemědělská univerzita v Praze
**Fakulta lesnická
a dřevařská**



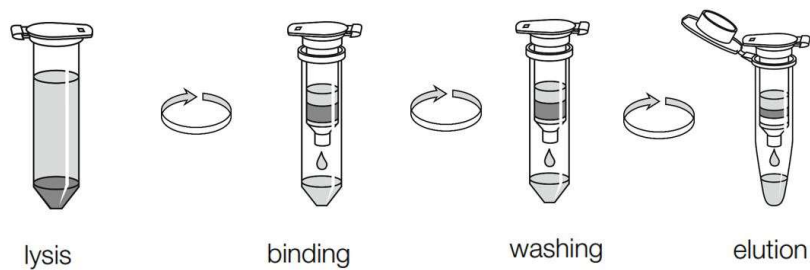


Homogenizace rostlinného materiálu



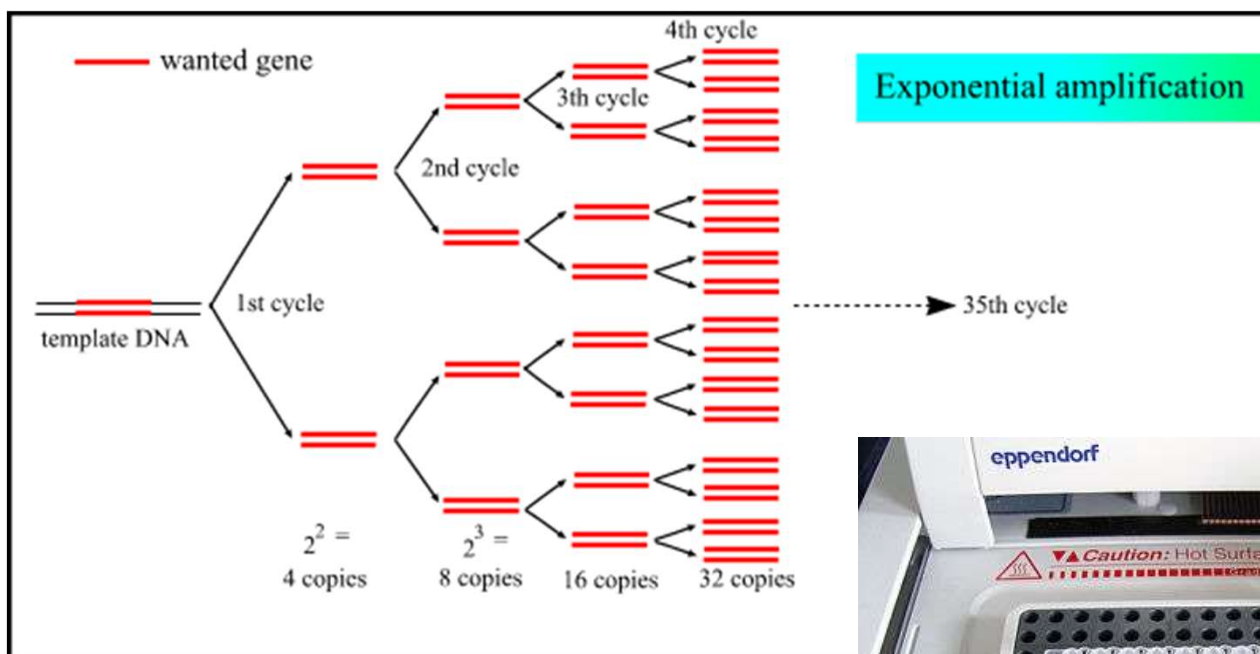


Izolace nukleové kyseliny



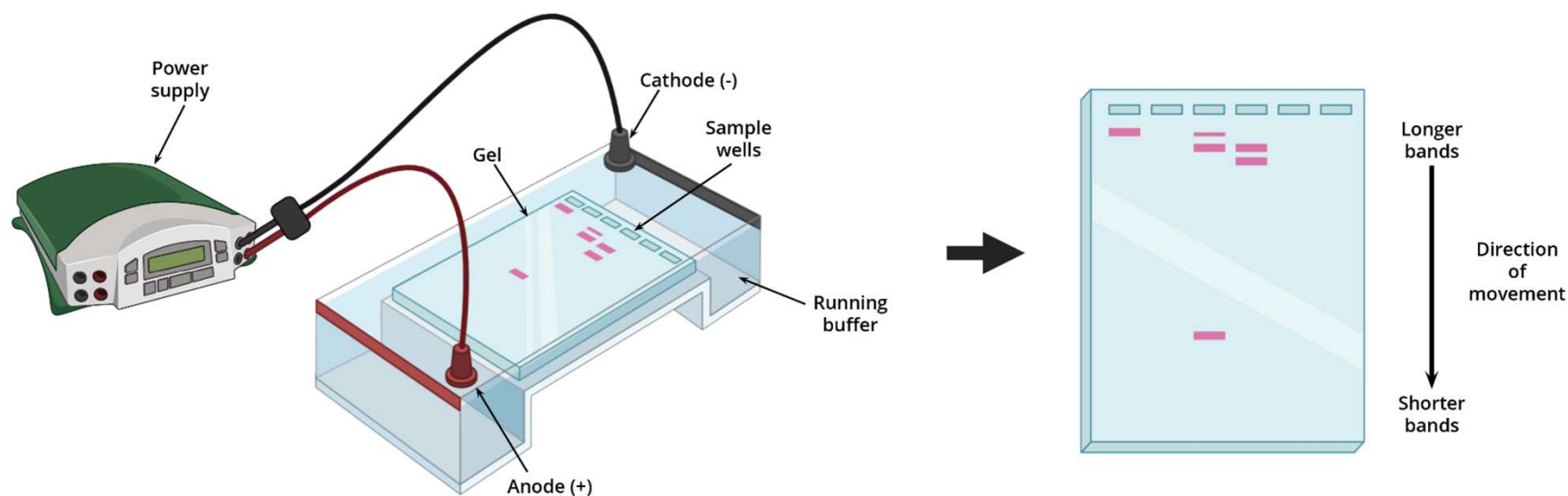


Polymerázová řetězová reakce (PCR)





Analýza DNA - elektroforéza

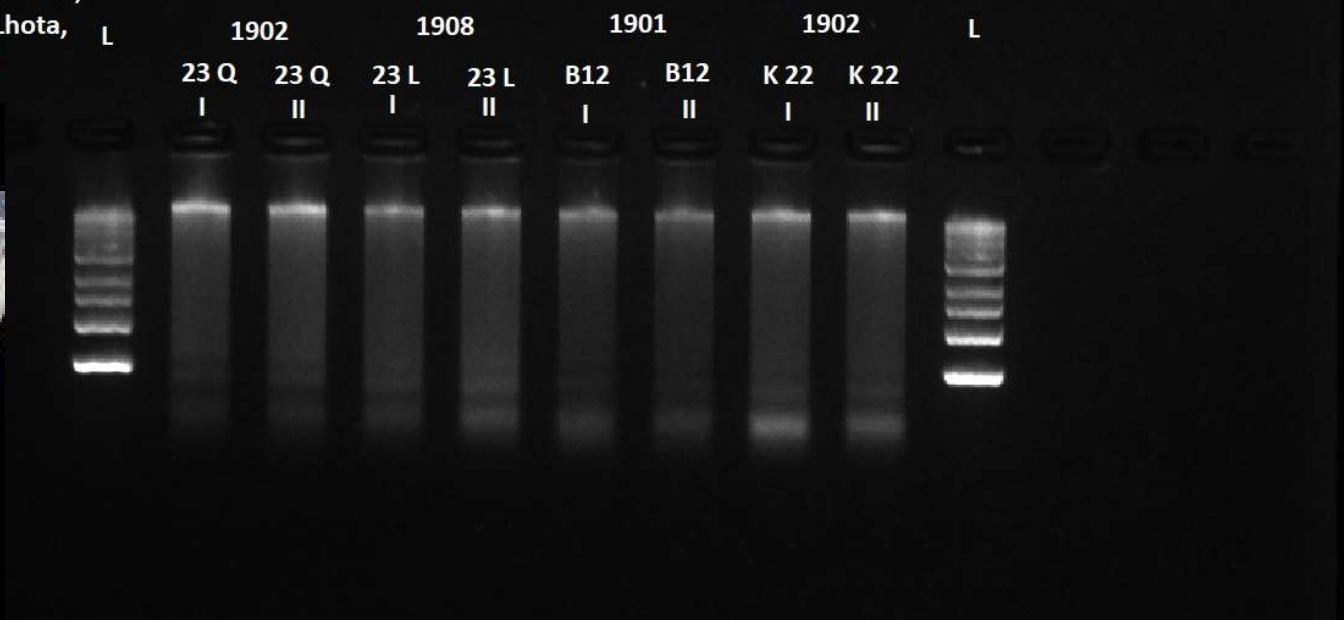
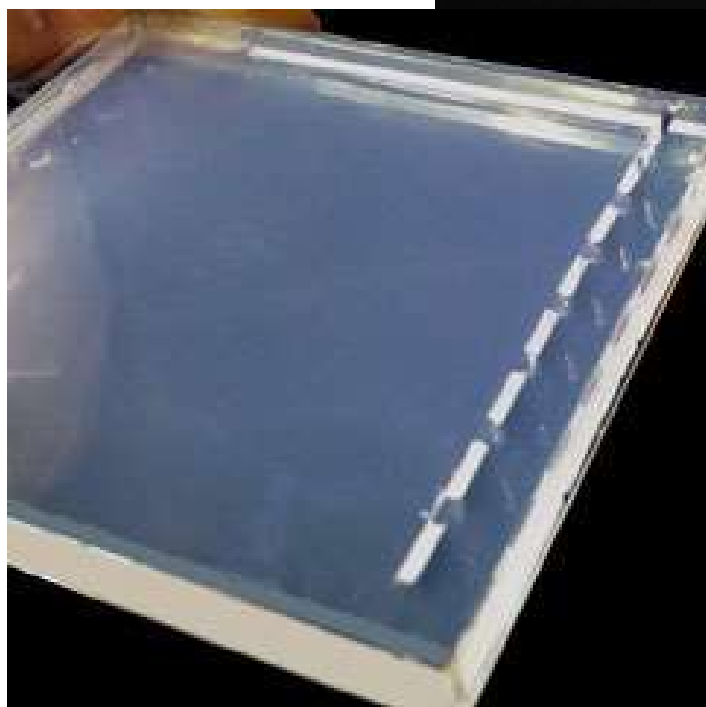


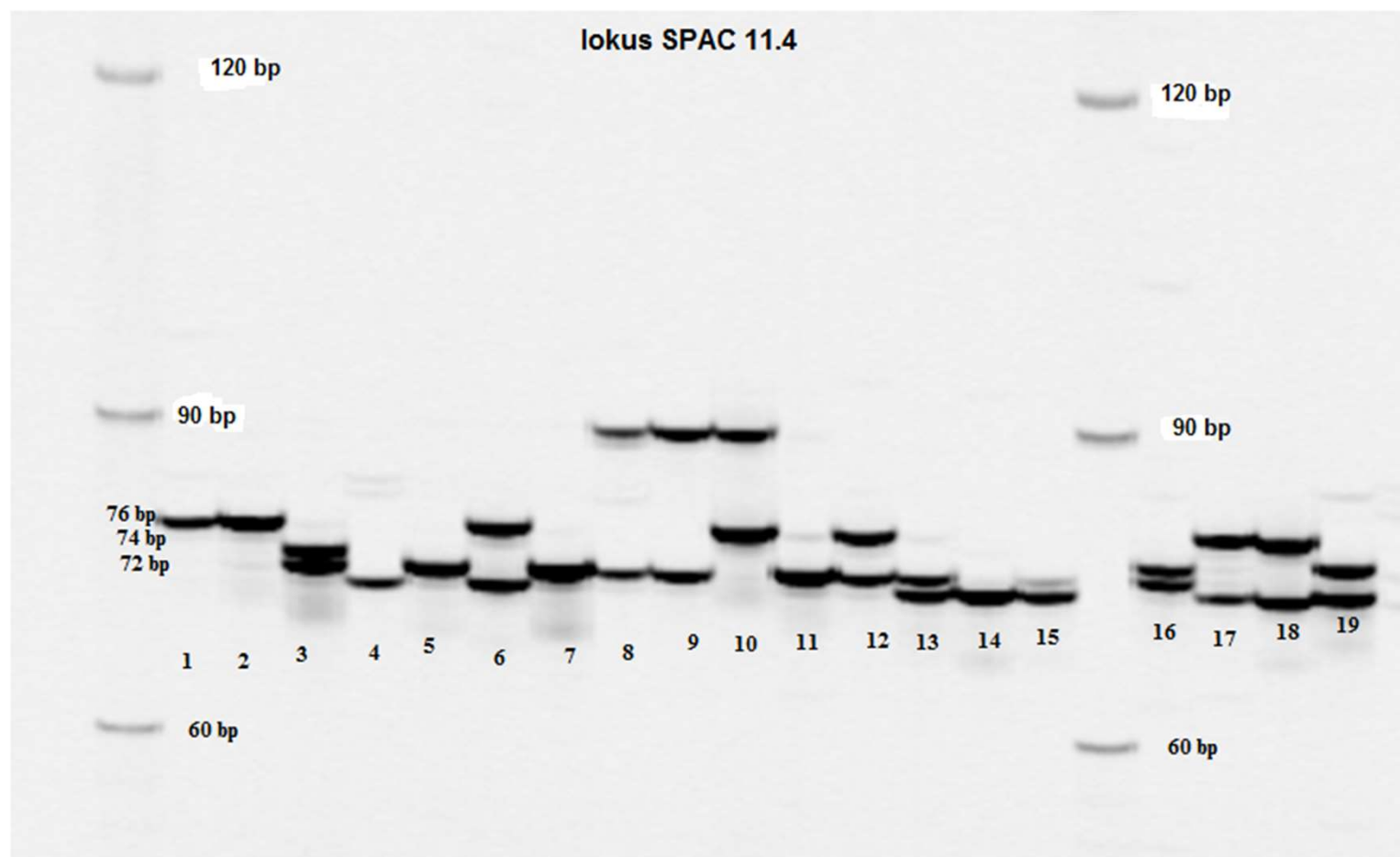


Česká zemědělská univerzita v Praze
**Fakulta lesnická
a dřevařská**

DNA extraction - needles,
Prenet and Lipová Lhota,
optimized protocol

3.3.2020







Mikrosatelitové markery (SSRs)

- Úseky DNA s velmi variabilně se opakujícím základním motivem nukleotidů (např. AT, CGA, AGAG, apod.)

Strom 1: - A G A T C G **A T A T A T A T A T** G C A C G T A – (6)

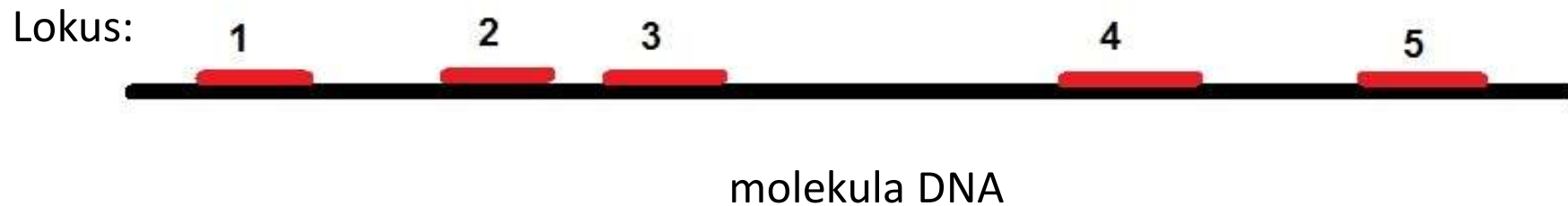
- A G A T C G **A T A T A T A T A T** G C A C G T A – (6)

Strom 2: - A G A T C G **A T A T A T A T** G C A C G T A – (5)

- A G A T C G **A T A T A T** G C A C G T A – (3)



Analýza genetické informace pomocí mikrosatelitů



- analýza dostatečného počtu variabilních úseků (mikrosatelitů), reprezentuje celkovou genetickou informaci jedince



Strom	Lokus 1		Lokus 2		Lokus 3		Lokus 4		Lokus 5	
1	6	6	6	4	8	8	6	4	10	8
2	10	4	8	8	4	4	6	10	8	8
3	10	6	8	4	8	4	10	6	8	8
4	2	6	4	4	8	6	8	6	8	8
5	10	4	8	8	4	4	6	10	8	8

hodnoty v tabulce označují počet opakování nukleotidové repetice (např. AT)



K čemu je to dobré...

- Určování (ověřování) klonové příslušnosti, rodičovství
- Ověřování deklarovaného původu sadebního materiálu
- Studium genetické struktury populací
- Informace o příbuznosti jako vstupního parametru do šlechtitelských strategií



III. případové studie



Plodnost semenných sadů třešně ptačí





Co je příčinou odlišné plodnosti sadů?

- Přírodní podmínky a charakter sadů jsou velmi podobné (věk, spon, nadmořská výška, přítomnost opylovačů), počet klonů je evidenčně dokonce vyšší v sadu s nízkou plodností





Semenný sad 1

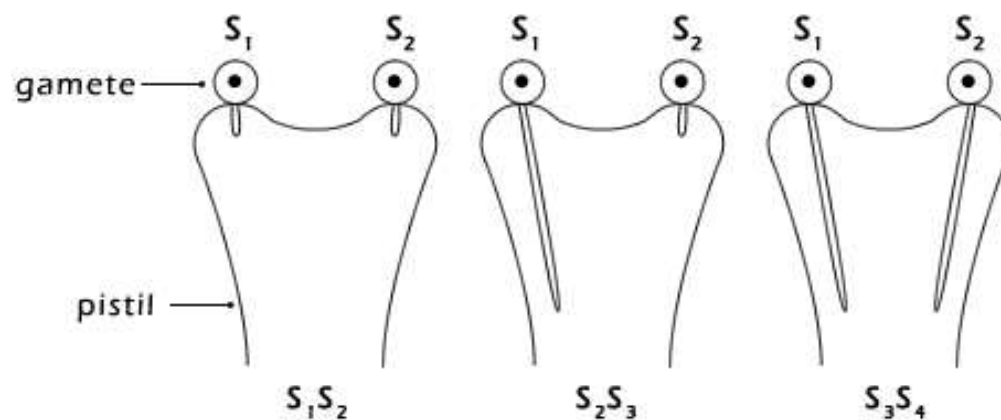
- Založen v roce 2002, pravidelné kvetení, není problém s mrazy
- Včelí úly v blízkosti sadu
- Zastoupeno 59 klonů ve více rametách (celkem 304 stromů)
- Nadmořská výška 390 m.n.m., výměra 1.13 ha
- **Minimální úroda**
 - 2014: 31kg plodů /ha,
 - 2015: 44 plodů /ha

Semenný sad 2

- Založen v roce 2002, pravidelné kvetení, není problém s mrazy
- Včelí úly v blízkosti sadu
- Zastoupeno 30 klonů, celkem 240 stromů
- Nadmořská výška 390 m.n.m, výměra 1.25 ha
- **Uspokojivá úroda**
 - 2014: 291 kg plodů/ha,
 - 2015: 280 kg plodů /ha



Gametická samoinkompatibilita



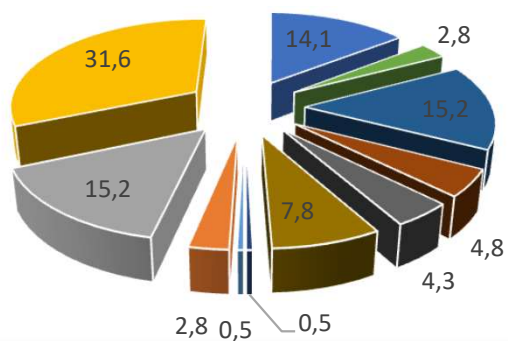
Gametophytic Self Incompatibility



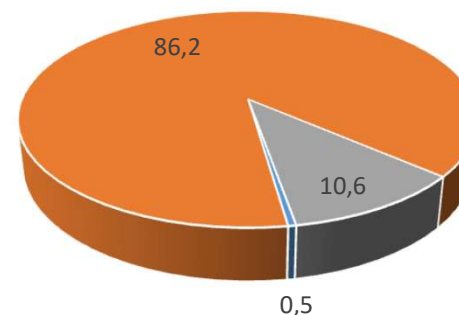
Ukázka genotypizační tabulky

identita	lokalita	klon	rameta	S lokus		UCD_CH31		PS12A02		UDP98_412		EMPaS11		EMPaS02		UCD_CH11	
	Pustá Seč	336	B5	S5	S6	126	126	157	165	121	125	76	76	144	146	144	157
		337	C7	S2	S14	126	126	161	165	113	127	76	86	140	142	153	157
		338	C4	S1	S14	126	126	157	163	125	133	76	76	144	146	144	157
1		339	E9	S5	S12	132	132	161	161	113	125	76	76	142	146	144	157
1		340	B3	S5	S12	132	132	161	161	113	125	76	76	142	146	144	157
2	Kouřimec	341	F10	S2	S6	132	144	159	163	119	125	76	104	146	146	153	157
2		342	D1	S2	S6	132	144	159	163	119	125	76	104	146	146	153	157
	Kolna	343	F7	S1	S3	132	144	161	167	125	125	76	104	146	146	144	157
		344	D1	S19	S22	132	144	157	161	121	125	104	104	136	146	157	157

PS12A02

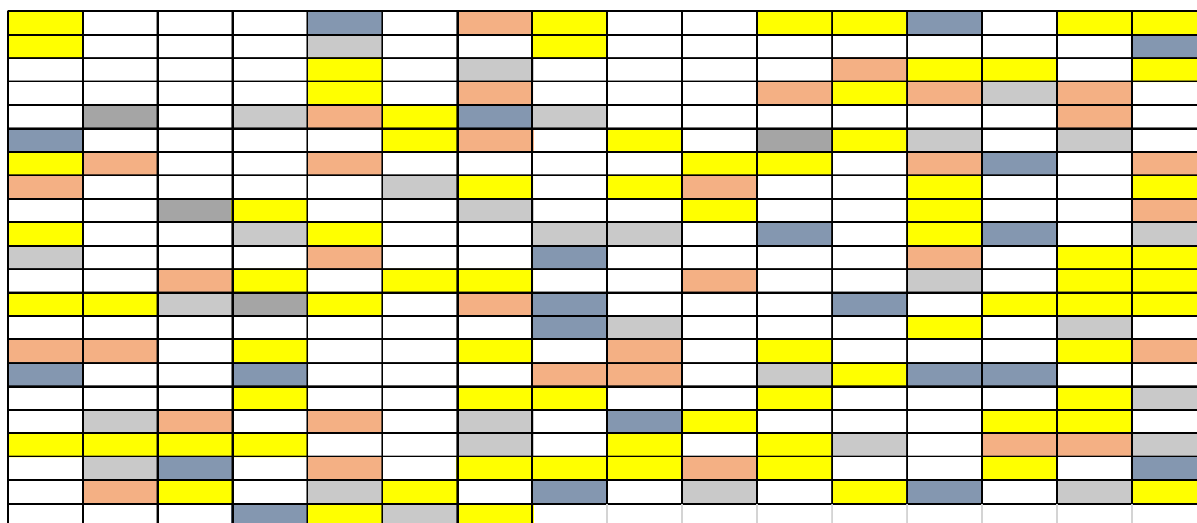


EMPaS11





50% jedinců v sadu



4 genotypy („žlutý“ genotyp tvoří 25% stromů v sadu)



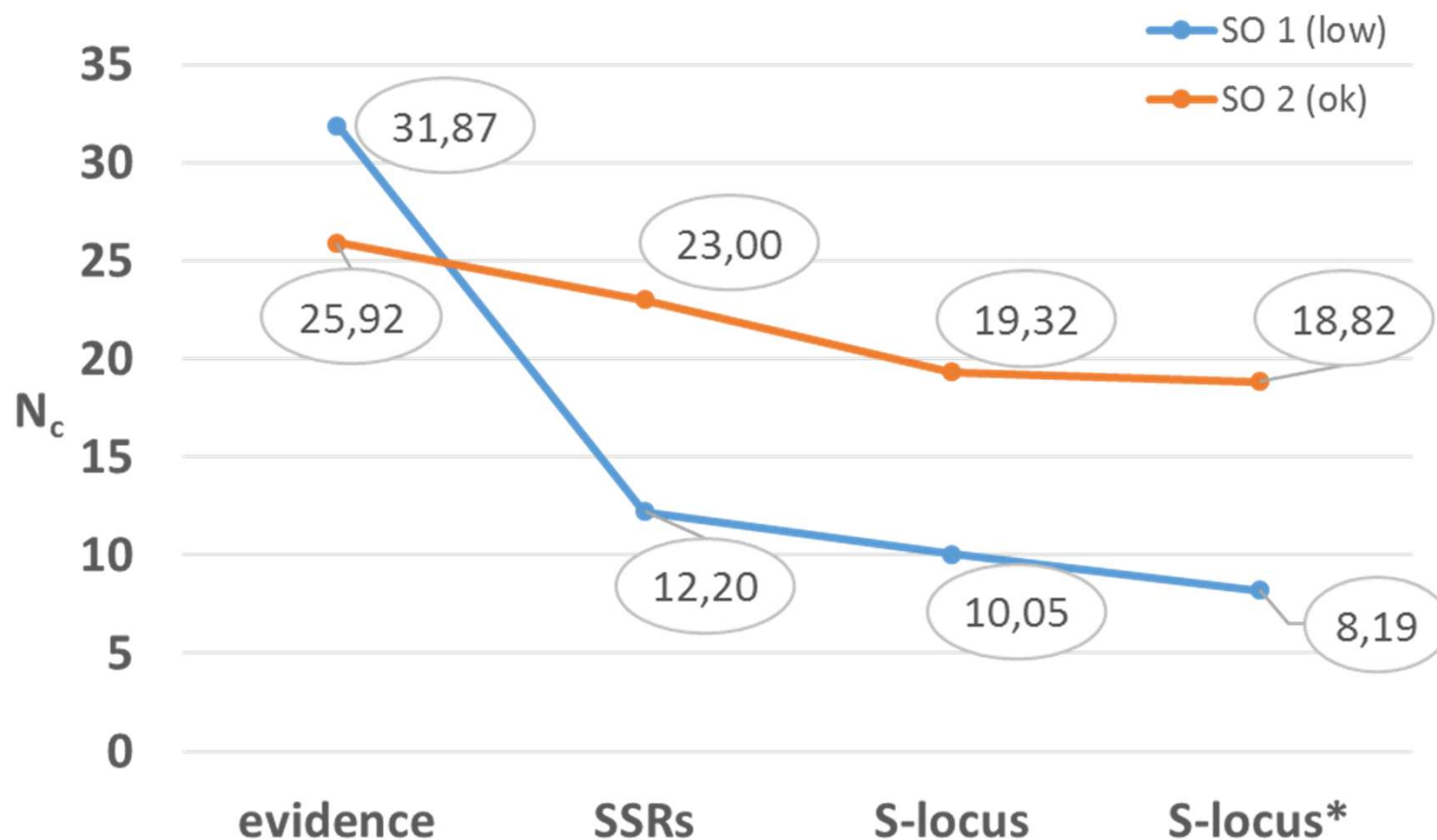
9 genotypů



Efektivní počet klonů (N_c)

Sad 1: 59 klonů

Sad 2: 30 klonů





Závěr

- Odlišná plodnost semenných sadů byla vysvětlena jejich genetickou strukturou – v nedostatečně plodícím semenném sadu bylo genetickou analýzou zjištěno 25% geneticky identických stromů (nemohou se vzájemně úspěšně sprážit)
- „Genetická diverzita“ sadu se sníženou plodností 8,19 a u uspokojivě plodícího sadu 18,82, tj. příčina vysvětlena nepříznivou genetickou strukturou
- *Třešeň ptačí je ideální modelový druh pro studium efektu redukované genetické diverzity, která se přímo odráží v míře produkce semen*



Česká zemědělská univerzita v Praze
**Fakulta lesnická
a dřevařská**

Děkuji za pozornost

