

1. ročník (2016/2017)



## 3. SADA ÚKOLŮ

Termín odevzdání: 10. dubna 2017

Adéla Indráková

## 1. Epigenetika

20 bodů

Představili jste si někdy, jaké by to bylo, kdybyste se mohli sejít s vlastním klonem? Očekáváte setkání s naprosto identickou osobou? Něco jako armáda klonů z Hvězdných válek? V následujícím úkolu poodhalíme roušku reality...



Na prvním obrázku je CC [:Sisi:], což je zkráceně Carbon Copy nebo Copy cat, jak se komu zrovna líbí. Jde o první naklonované domácí zvíře, které se v roce 2001 narodilo náhradní matce Allie, již vidíte na třetím obrázku. Genetická informace pro CC byla získána z kočky Rainbow (prostřední obrázek), tudíž je jejím klonem. Ale CC a Rainbow si nejsou si moc podobné, že? CC nejen vypadá jinak, má i jinou osobnost než Rainbow.

Jak vědci zjistili, klonováním nelze získat naprosto identického jedince, protože to, jací jsme, neovlivňuje jenom informace uložená v DNA, ale vliv mají i další faktory. Například epigenetické.

1. Co je to epigenetika? Kdo první použil daný termín? [2 b]

Dva hlavní mechanismy epigenetické regulace jsou metylace cytosinu a modifikace histonů.

2. Nakreslete methylcytosin. [1 b]

3. Který enzym je za metylaci DNA zodpovědný? Co je donorem methylové skupiny? [2 b]

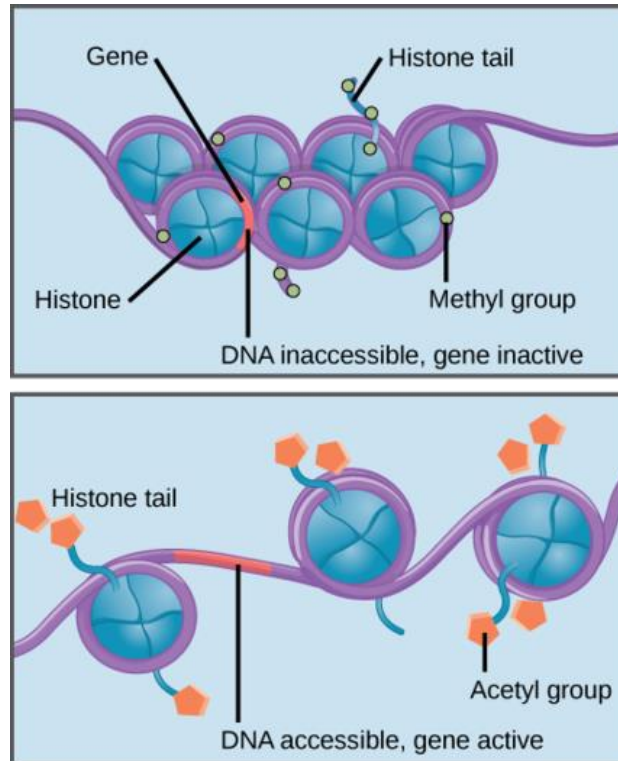
4. Které oblasti DNA bývají methylovány? [1 b]

5. Pro modifikace histonů představili v roce 2001 Allis a Strahl hypotézu Histonového kódu. Vysvětlete ji. [2 b]

6. Které části histonů jsou modifikovány? [1 b]

7. Jaké jsou modifikace histonů? Vypište tři aktivační a tři represivní modifikace. [3 b]

Na následujících obrázcích vidíte, jaký vliv mají některé modifikace na organizaci chromatinu.



8. Přiřadte následující pojmy ke správnému obrázku. [2 b]

*Kondenzovaný chromatin, Rozvolněný chromatin, Acetylované histony, Aktivní transkripce, Umlčená oblast, Methylované cytosiny, Expres genů, Metylace histonů, Heterochromatin, Euchromatin.*

Vraťme se nyní k CC a Rainbow. Barva srsti u těchto kočky, Calico, je převážně bílá, s oblastmi zbarvené do hněda, černé, žluté či rezavé. Některé geny určující barvu srsti jsou lokalizovány na chromozomu X.

9. Které pohlaví kočky domácí Calico může mít více barev? Samec nebo samice? [0,5 b]

10. Jak se rozhoduje o tom, která barva bude v dané oblasti srsti? Nakreslete a popište mechanismus inaktivace X chromozomu. [4 b]

11. Jak byste vysvětlili, že CC, přestože je klon Rainbow, má jinou barvu? [1,5 b]

*Daniela Slamková*

## 2. Integument

15 bodů

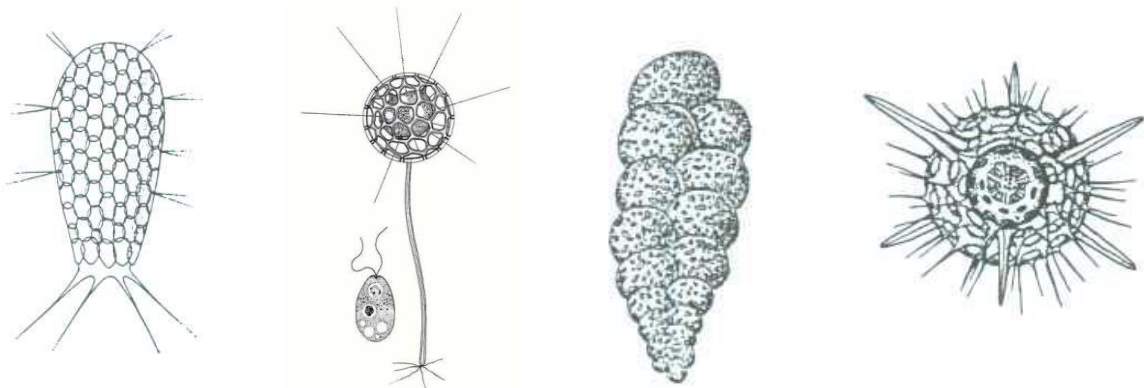
Každý organizmus, ktorý má telo, si ho musí chrániť. Je potrebné, aby bolo oddelené od okolitého prostredia. Robí to prostredníctvom integumentu, ktorý sa nachádza na povrchu tela a tvorí tak bariéru medzi vnútorným prostredím organizmu a vonkajším prostredím – prírodou.

Ochrana integumentom pred vplyvom prostredia je trojitá: mechanická, fyzikálna a chemická.

1. Uveď ku každému typu ochrany jeden konkrétny príklad, ako k nemu dochádza. [3 b]

Pokryv tela sa nachádza už u jednobunkových organizmov. V tomto prípade o koži, ako ju poznám u ľudí, hovoriť ešte nemôžeme. Ich integument (schránka) je tvorená z organických materiálov, ktoré determinujú tvar ich tela.

2. Skús určiť názvy organizmov, ktoré sú chránené týmto typom integumentu: Textularia, Clathrulina, Euglypha, Hexacantium. [2 b]



Niektoré živočíchy, ako napríklad (3. doplň jedno slovo [1 b]) \_\_\_\_\_ majú na povrchu tela tzv. vonkajšiu kostru, zvanú aj (4. doplň jedno slovo [1 b]) \_\_\_\_\_. Tento druh integumentu sa skladá z epidermis a hypodermis, ktorá vylučuje kutikulu. Vylučovaním exuviálnej tekutiny (ktorá má za následok enzymatické rozrušenie starej kutikuly) medzi hypodermis a kutikulu začína proces (5. doplň jedno slovo [1 b]) \_\_\_\_\_. Tento proces je pre živočíchov nevyhnutný, jeden z dôvodov, prečo je tomu tak je aj (6. doplň [1 b]) \_\_\_\_\_.

Integumentom ľudského tela je koža – vonkajší povrch tela, ktorý tvorí 18%/ 29%-8%/ 35% hmotnosti ľudského tela (7. zakrúžkuj správne [1 b]). Okrem ochranej funkcie, spĺňa aj dôležitú úlohu pri metabolizme vitamínu (8. doplň jedno slovo [1 b]) \_\_\_\_\_.

Rovnako dôležitou je aj jej senzorická funkcia, ktorá sa dá definovať ako (9. dopln [1 b])

---

---

Podľa stavby, ľudskú kožu rozdeľujeme na dva typy: tlstý a tenký typ (10. urči správny typ kože [3 b])

tlstý typ kože

tenký typ kože

dlaň

líce

hánky

päta

chodidlo

ucho

Gabriela Daňková

### 3. Genealogie

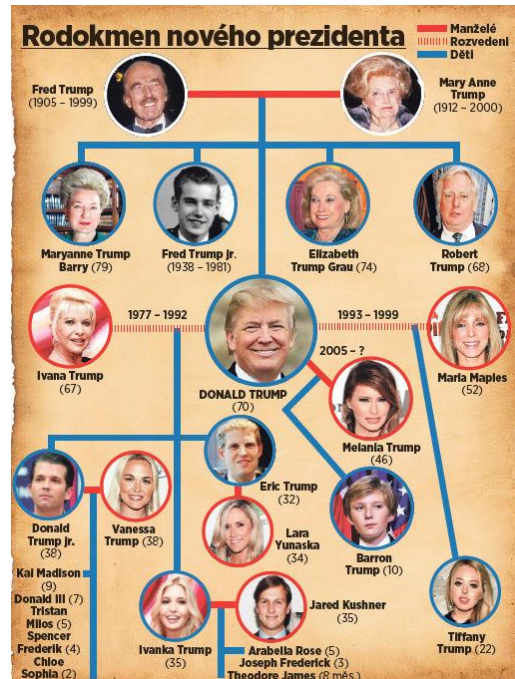
22 bodů

1. Jsem muž a nemám sourozence. Na stěně visí podobizna. Otec muže na obraze je synem mého otce. Kdo je na obraze? [1 b]

Příbuzenské vztahy mohou být někdy velmi komplikované. Jejich studium je však důležité, např. při diagnostice dědičných onemocnění. Studium vztahů mezi lidskými jedinci, které vyplývají z jejich společného rodového původu, se zabývá **genealogie**. Nejčastějším zobrazením takovýchto vztahů je pak **rodokmen**. Vytváření rodokmenů se řídí přesnými pravidly.

2. Nakreslete symboly, které v rodokmenu znázorňují: [5 b]

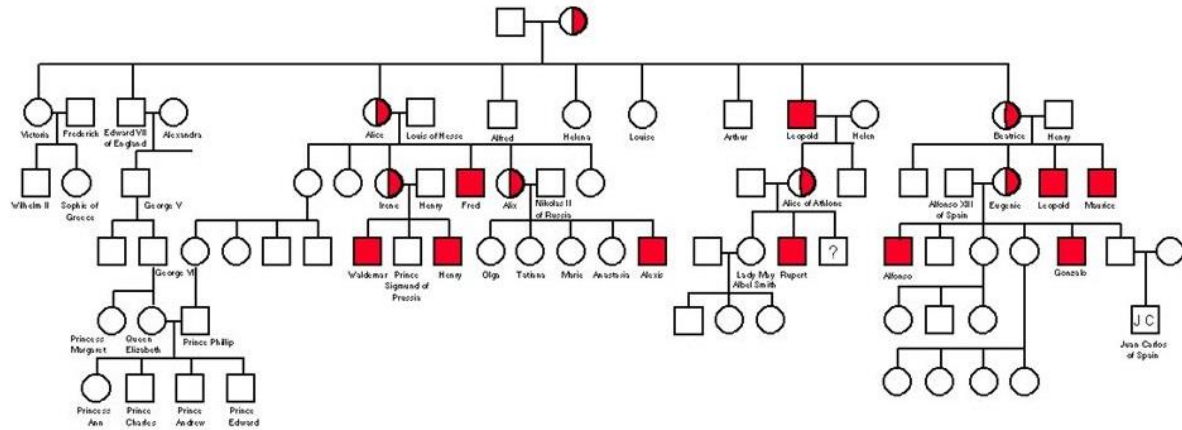
- a. Muž
- b. Žena
- c. Sňatek mezi mužem a ženou
- d. Rodinu skládající se z rodičů a dvou dětí (chlapec, dívka)
- e. Dvojvaječná dvojčata
- f. Jednovaječná dvojčata
- g. Adopce
- h. Potrat
- i. Přenašečka choroby
- j. Úmrtí



3. Nakreslete rodokmen sňatku mezi bratrancem a sestřenicí z druhého kolena. [1 b]
4. Jak se liší od rodokmenu, který by znázorňoval sňatek mezi bratrancem a sestřenicí přes jedno koleno? [1 b]
5. Jak se tyto vztahy označují v angličtině? [1 b]
6. V některých populacích či rodech jsou příbuzenské sňatky běžným jevem, dokázali byste uvést příklad a vysvětlit tento jev? [2 b]
7. V Ándhrapradéši (jeden ze států Indie), jsou velmi časté 2 typy příbuzenských sňatků. Zakreslete rodokmeny znázorňující tyto sňatky. [2 b]
8. Jaké problémy mohou příbuzenské sňatky přinášet? [1 b]

9. Jak je to s příbuzenskými sňatky v ČR – jsou povolené? Jsou časté? [1 b]

Na obrázku vidíte rodokmen jednoho významného královského rodu.



V rodokmenu jsou červeně znázorněni jedinci postižení určitým onemocněním, červeno-bíle jsou označeni přenašeči.

10. Čí rodokmen je tu vyobrazen? [1 b]

11. O jaké onemocnění se jedná? [1 b]

12. Jak se toto onemocnění dědí? [1 b]

13. Pokud je podezření, že se v rodině vyskytuje určité dědičné onemocnění, jak se taková situace řeší? Kdo zajišťuje vyšetření rodiny a jak vyšetření probíhá? [2 b]

14. Nakreslete svůj vlastní rodokmen pokrývající alespoň 3 generace. [2 b]

Zuzana Nováková

## 4. Základy ekotoxikologie v kostce

20 bodů

Ekotoxikologie je věda, která se zabývá vlivem chemických látek na životní prostředí. V našich laboratořích zkoumáme jak látky uměle vyrobené (např. pesticidy), tak ty přírodního původu (např. sinicové toxiny). Působení látek lze zkoumat na mnoha úrovních, od molekulární, přes organismální až po úroveň celých ekosystémů. K zjišťování účinku se tedy mohou využívat nejen modelové druhy (např. ryby, bezobratlí), ale i buněčné systémy nebo třeba počítačové modely.

Příbuzným oborem je chemie životního prostředí, která popisuje nejen jaké látky a v jakých koncentracích se okolo nás vyskytují, ale také to, jak se budou prostředím šířit či jak dlouho v něm budou setrvávat. S využitím těchto poznatků se pak ekotoxikologové snaží predikovat dopady expozice na živé organismy s ohledem na jejich vlastnosti a vazby v ekosystému. Neméně důležitým přístupem je také retrospektivní hodnocení, které hledá souvislosti mezi již uskutečněným znečištěním a pozorovanými následky.

Stěžejní myšlenkou ekotoxikologie je citát švýcarského lékaře z 16. století:

„Sola dosis facit venenum.“

1. Kdo je autorem výroku? [1 b]
2. Vysvětlete na příkladu, co tím autor myslí. [2 b]



K popisu toxicity látek se používá hodnota  $LD_{50}$ , která umožňuje látky porovnávat mezi sebou. Avšak je třeba mít na paměti, že tato hodnota je specifická pro různé druhy organismů a pro různé způsoby expozice, např. jiná bude pro požití látky v potravě a při její aplikaci na kůži.

3. Uveďte vaši přibližnou hmotnost a vypočtěte, jaké množství vody (v kg) pro vás bude s 50% pravděpodobností letální při perorálním podání. [3 b]
4. Pro srovnání proveďte stejný výpočet pro botulotoxin, používaný např. v kosmetickém průmyslu. [2 b]

V průběhu 20. století byla produkce chemických látek a rozvoj průmyslu známkou vyspělosti a pokroku. Nové objevy (léčiva, pesticidy, plasty) značně zvýšily životní úroveň lidstva, ale za jakou cenu, na to poukázala až v 60. letech ve své knize Silent spring americká biologka Rachel Carson.

5. Jaké konkrétní látky se její příběh týkal? [1 b]



6. Vysvětlete, jakou souvislost mělo používání insekticidu a pokles populací ptáků. Pokud dokážete, popište mechanismus až na molekulární úrovni. [3 b]

Jako další látky, které zpočátku přinesly lidstvu velký užitek, ale dnes jsou již ve většině světa zakázány, lze uvést polychlorované bifenylly (PCBs).

7. Mezi dopady PCBs na lidské zdraví patří (vyberte 1 – 6 možností):

- genotoxicita
- imunotoxicita
- reprodukční toxicita
- neurotoxicita
- hepatotoxicita
- vývojová toxicita

[2 b]

Až do r. 1984 byly tyto látky vyráběny také v Československu. A produkované množství nebylo zanedbatelné, přes 20 tisíc tun. Díky výrobě a hojnému používání se tak Česká republika a Slovensko řadí mezi země s nejvyšší kontaminací těmito látkami.

8. Věděli byste, ve kterém chemickém závodě byly PCBs vyráběny? [1 b]

Zajímavé je, že tyto látky jsou velmi persistentní, což znamená, že mohou v životním prostředí zůstat i desítky let poté, co byly naposled aplikovány. Jsou málo reaktivní a odolné vůči oxidaci nebo např. bakteriálnímu rozkladu. Schopnost podléhat degradaci také závisí na množství a pozici atomů chlóru.

9. Nakreslete dva různé kongenery PCBs a vyznačte, který bude rychleji degradován a proč. [3 b]

Důležitou vlastností těchto látek je jejich lipofilita, a tedy tendence akumulovat se v tukách. Polychlorované bifenylly byly detekovány např. v potravinách a jejich koncentrace se již mnoho let celosvětově sledují pomocí biomonitoringu. Závažným důsledkem je akumulace PCBs v mateřském mléce, neboť při kojení dochází k náhlé expozici citlivé skupiny novorozenců. Významné hladiny PCBs byly také detekovány v těle ryb nebo např. ve tkáních ledních medvědů.

10. Vysvětlete, proč jsou PCBs přítomny ve vysokých koncentracích v polárních oblastech, ačkoli se tam nikdy nepoužívaly? [2 b]

Mgr. Petr Hrouda, Ph.D.

## 5. Houby a jejich výživa

15 bodů

Houby patří mezi organismy, které plní v ekosystému nezastupitelnou roli rozkladačů (můžete se setkat s odbornými termíny reducenti, destruenti nebo dekompozitoři). Provádějí rozklad organické hmoty (v přírodě obvykle tkání a pletiv odumřelých organismů, ale třeba „plísň“ na potravinách nedělají nic jiného), ze které si berou živiny. Jejich výživa je takzvaně osmotrofní, laicky řečeno „nasávají“ molekuly organických látek přes plasmatickou membránu. Takto mohou dostat do buněk malé molekuly, například jednotlivé aminokyseliny nebo jednoduché cukry (těmi se běžně živí právě zmíněné „plísň“).

Pro řadu hub jsou ale zdrojem živin i složité polysacharidy (např. celulóza) nebo živočišné proteiny.

1. Jak mohou houby získat živiny z makromolekul, které nelze transportovat přes plasmatickou membránu? [1 b]

Získávají-li houby živiny z mrtvé organické hmoty, jsou saprotrofní (saprofytické). Různé houby ale žijí jako parazité, kteří si berou živiny z živých hostitelů, a v případě parazitismu ještě můžeme rozlišovat dílčí nebo přechodné typy.

2. Co znamená, že padlí dubové je biotrofní parazit, a co znamená, že troudnatec kopytovitý je saproparazit? [2 b]

Některé houby nejsou ani saprotrofy ani parazity, ale získávají živiny výměnou s jinými organismy, se kterými žijí v symbióze.

3. Uveďte dva nejběžnější případy symbiotického vztahu hub se zástupci jiných skupin organismů (jak se symbiotický vztah nazývá a kdo je partnerem). [2 b]

Úplně jiný způsob výživy mají organismy, které jsou houbám na pohled podobné, ale vůbec ne příbuzné – hlenky.

4. Jakým způsobem dostávají hlenky potravu do svých buněk? [1 b]

Některé houby jsou jednobuněčné (například kvasinky), ale většina hub tvoří vlákna – hyfy (to je obecný termín pro vlákna hub). Hyfami je pak tvořena celá stélka hub – podhoubí i pletivné útvary (jako jsou třeba plodnice).

5. Jaký je odborný termín pro podhoubí? [1 b]

Hyfy hub prorůstají substrát, ze kterého si berou živiny. Některé druhy jsou dost „nevybíravé“, zatímco jiné jsou specializované jen na určitý typ substrátu.

6. Na čem rostou houby kopofilní (ty jsou docela běžné :o), antrakofilní a keratofilní? [3 b]

Mezi známé houby, které jsou i komerčně pěstované, patří lanýže. Ve srovnání s jinými pěstovanými druhy se ovšem musíte pořádně „plácnout přes kapsu“, chcete-li si je koupit – zkrátka je to takový „kaviár mezi houbami“. Důvodem není jen vyhlášená chuť (a možná i snobárna těch, kdo jsou ochotni za ně platit :o), ale i obtížná dostupnost – jejich plodnice totiž nelze získat zdaleka tak jednoduše jako třeba hlívy nebo žampiony. Příčinou je jednak jejich životní cyklus (v důsledku kterého tvoří plodnice složitěji a v menším množství, ale to zde teď nebudeme rozebírat), a pak ještě jedna věc: Zatímco žampiony se pěstují celoročně ve velkých halách na policích s navršeným půdním substrátem, hlívy na balících z lignocelulózního substrátu (základ tvoří sláma a piliny), lanýže lze pěstovat pouze na venkovních „plantážích“ (obvykle jde o rozvolněné porosty mladých dubů) a sklízet jen v příznivém období roku.

7. Napadne vás, proč lanýže nelze pěstovat na půdním nebo lignocelulózním substrátu, ale potřebují pro svůj růst společnost živých dubů (případně některých jiných dřevin)? [2 b]

Lanýže tvoří podzemní plodnice, na povrchu tedy nepoznáme, zda již jsou vytvořeny a lze je „sklízet“. Kdyby pěstitel často „na zkoušku“ rozrýval půdu, může nenávratně poškodit podhoubí (mechanický zásah může vést k potrhání a vyschnutí vláken, v krajním případě až k odumření celého podhoubí, stejně tak příliš častý sešlap zhutňuje půdu a mechanicky poškozují vlákna pod povrchem).

8. Jak si pěstitelé pomáhají, aby dostali ze země plodnice, které už jsou zralé? [1 b]

V plodnicích hub se tvoří výtrusy, kterými se houby rozmnožují a šíří do okolí.

9. Když lanýže tvoří plodnice pod zemí, jakým způsobem se jejich výtrusy v přírodě šíří? [2 b]

Zuzana Vitková

## English bonus: The father of genetics

20 points

**Gregor Johann Mendel** was born on 20th July 1822. He grew up in a German-speaking family, together with his older sister Veronika and younger Theresia. After his studies he became a member of the Augustinian order in the monastery of St. Thomas in Brno. There he devoted his time to various activities, including beekeeping and meteorology. Thanks to his breakthroughs in the field of heredity, Mendel is now called the "Father of genetics".



Mendel performed his main experiments on the **garden pea** (*Pisum sativum*). It took him nearly 10 years and Mendel worked with hundreds of plants as well as more than 10,000 seeds.

1. What do you think, why did Mendel choose pea for his experiments? [4 p]

There are **7 different traits** of peas, Mendel focused on. That is why his view on the issue of inheritance was innovative. Since then, scientists and breeders have focused on the crossbreeding of plants and animals only as a whole.

2. What particular traits did Mendel observe in pea plants? [7 p]

3. How many chromosomes does the garden pea (*Pisum sativum*) have? [1 p]

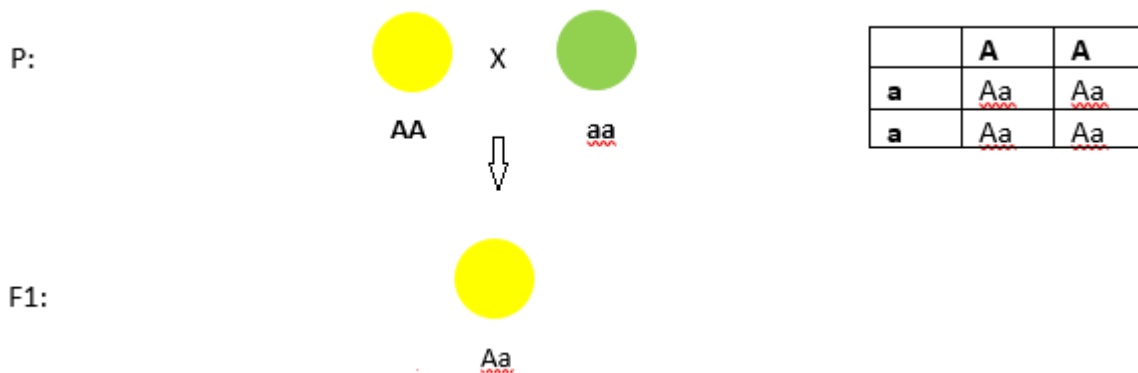
Besides the garden pea Mendel worked also with another plants.

4. Can you identify them according to these pictures? Please, write the names of these flowers in CZECH language. A generic name is enough. [3 p]

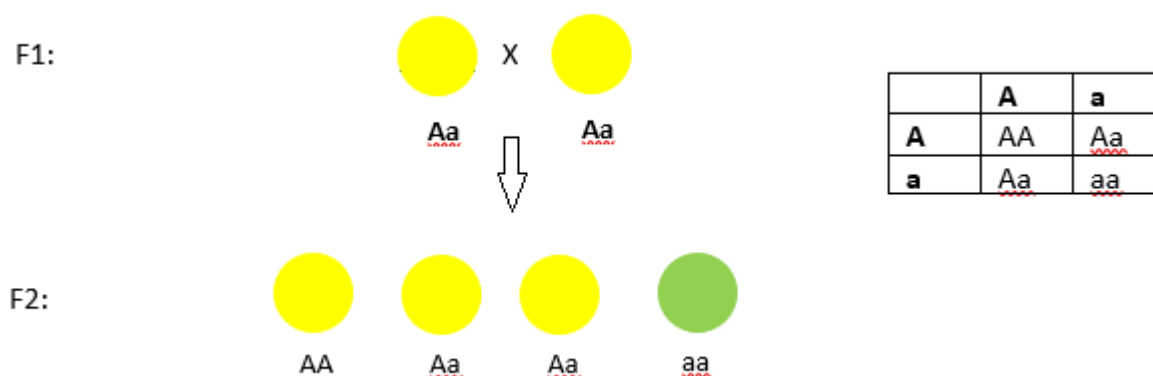


Firstly, Mendel discovered that the traits can be **dominant or recessive** (Mendel's First Law of Genetics). Moreover, that the alleles of each character **segregate into gametes randomly** (Mendel's Second Law of Genetics), And finally, that the individual **traits are inherited independently** (Mendel's Third Law of Genetics).

Mendel crossbred plants with green peas and those with yellow ones. From results of the crossbreeding he deduced that the dominant trait is the yellow colour, because only this variant appeared by the offsprings. Mendel assigned a letter to each trait; the capital letter symbolizes dominance, lowercase recessivity. Letter A/a in general represents here the colour of peas.



Mendel let the offsprings of F1 generation self-fertilise themselves. Then he found out that in the next generation of offsprings also green peas appear. The alleles of individual genes segregate randomly and repeatedly unite in all possible mathematical combinations.



The result is that in the second generation three yellow peas and one green pea appear proportionally.

Besides observing the inheritance of one trait (monohybridism) Mendel also observed the inheritance of more traits simultaneously.

Now we will crossbreed a purple-flowered tall plant with inflated pods (genotype  $AaBbCc$ ) and a white-flowered tall plant with inflated pods (genotype  $AAbbCc$ ). The height of plant is indicated by letters  $A/a$ ; flower colour by letters  $B/b$ ; and the shape of the pods  $C/c$ . Tall growth, purple flowers and inflated pods are the dominant traits. Remember, that alleles segregate randomly and that all possible mathematical combinations are the result of crossbreeding.

5. How many plants in the F1 generation will be tall with purple flowers and constricted pods? [5 p]
- a) 2
  - b) 3
  - c) 5
  - d) 6