

Masarykova univerzita

Přírodovědecká fakulta



Vzdělávací ikurz pro budoucí chemiky

Řešení úkolů 4. série

11. ročník (2020/2021)

S7 – Trochu jiná křížovka (sedmá úvodní úloha)

Autoři: Marie Grunová (e-mail: 500075@mail.muni.cz)

5 bodů

1. Řešení:

 Ti = **22** (protonové číslo)

 počet π -elektronů v benzenu = **6**
 $M(\text{Si}) = \mathbf{28}$

 C v kyselině arachidové = **20**

 počet elektronů Ne = **10**

 Mn = **25**

 počet protonů v $^1\text{H} = \mathbf{1}$

 nejběžnější izotop kyslíku = **16** $M(\text{NO}) = \mathbf{30}$

 anion heptamolybdenanový, $\text{Mo}_{70}^{6-} = \mathbf{24}$

 1 Rydberg v eV = **14**

 možné hlavní kvantové číslo s $l = 2$ a $m = -2 = \mathbf{3}$

 počet protonů nejstabilnějšího prvku ve vesmíru = **26** (železo)

 $M(\text{dihydrogen monoxid}) = \mathbf{18}$

 počet atomů v molekule aqua fortis = **5** (HNO_3)

 V = **23**

 počet H v glukose = **12**

 počet O v tetrosách = **4** (monosacharidy se 4 uhlíky, na každém z nich je mj. vázán kyslík)

 počet protonů radioaktivního draslíku = **19**

 méně rozšířený stabilní izotop uhlíku = **13**

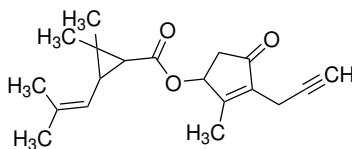
 oxidační stav Ir v $[\text{IrO}_4]^+ = \mathbf{9}$

 řád vazby v $\text{O}_2 = \mathbf{2}$

2. Za každou správně určenou vazbu včetně násobnosti jsem dávala **0,1 b.**, celkem **2,3 b.** za vazby. Za strukturu bylo **0,2 b.**

 (Za úkoly 1 a 2 bylo celkem **2,5 b.**)

3. Jde o insekticid Prallethrin, používaný například v přípravcích Biolit (odtud pochází i inspirace pro tuto úlohu, protože autorka loni v létě pomáhala likvidovat vosy a nedopatřením se nadýchala tohoto přípravku).


 (Za úkol název **1,0 b.**, za použití **0,5 b.**, celkem **1,5 b.**)

4. Jde o Bioallethrin, případně bylo uznáváno i Allethrin.

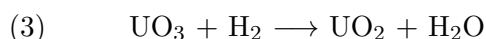
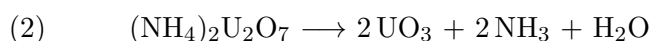
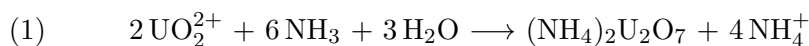
 (Za název **1,0 b.**)

S8 – Na tajňačku za uranem (osmá úvodní úloha)

 Autor: Jiří Doležel (*e-mail: dolezelj99@gmail.com*)

10 bodů

1. Vyčíslené rovnice pro reakce (1)–(3):


(2,1 b.)

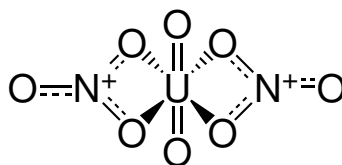
2. Název kationu a komplexu:

Kation: uranyl(2+)

Komplex: dihydrát dusičnanu uranylu(2+)

(0,6 b.)

3. Struktura komplexu:


(1,5 b.)

4. Dvě instrumentální metody pro analýzu čistoty oxidu uraničitého:

Infračervená spektroskopie (IČ nebo IR), rentgenová strukturní analýza, UV-Vis spektrometrie, atomová absorpční (či emisní) spektrometrie (AAS, AES) a další.

(0,5 b.)

5. Název skupiny komplexů: Metaloceny.

(0,3 b.)

6. Definice hapticity:

Hapticita vyjadřuje počet atomů ligandu, které jsou zapojené do koordinace s centrálním atomem.

(0,3 b.)

 7. Názvy a hapticity organických ligandů v komplexech **A–C**:

A – neopentyl (2,2-dimethylpropyl), η^1
B – 1,2,3,4-tetra(trimethylsilyl)cyclobut-1,3-dienid, η^4
C – 1,2,3,4,5-pentamethylcyclopentadienid, η^5 a benzen, η^6

 Poznámka: u ligandů v komplexech **B** a **C** lze namísto koncovky -id použít koncovku -yl.

(3,2 b.)

8. Zdůvodnění odlišné hapticity:

Atom uranu je relativně větší než atom železa, díky čemuž se více atomů ligandu může koordinovat kolem centrálního atomu, tzn. hapticita ligandu může být vyšší.

(1,5 b.)

A4 – Od ledu k ledu

Autorka: Lenka Karpíšková (e-mail: lenula.kar@gmail.com)

11 bodů

1. Řešení:

- ΔG – záporné znaménko – rozpouštění probíhá samovolně, proto je změna Gibbsovy energie záporná, navíc je zřejmé, že jestliže je ΔH záporná a T a ΔS kladné, musí být ΔG záporná.
- ΔH – záporné znaménko – při rozpouštění se směs zahřívá, protože se uvolňuje teplo.
- T – kladné znaménko – termodynamická teplota (v K) je vždy kladná (všimněte si, že se nejedná o změnu teploty, ale o teplotu, při které děj probíhá).
- ΔS – kladné znaménko – z více uspořádaného pevného hydroxidu se stává méně uspořádaný hydroxid rozpuštěný ve vodě.

(1,0 b.)

2. Změna Gibbsovy energie se vypočítá jako:

$$\Delta G = \Delta H - T\Delta S = -285,8 \text{ kJ mol}^{-1} - (25 + 273,15) \text{ K} \cdot (-163 \times 10^{-3}) \text{ kJ K}^{-1} \text{ mol}^{-1}$$

$$\Delta G = -237 \text{ kJ mol}^{-1}$$

Teplotu je třeba převést ze °C na K a J je třeba převést na kJ (popř. kJ na J).

(1,0 b.)

3. O průběhu reakcí rozhoduje nejen termodynamika, ale také kinetika. Termodynamika popisuje, jaký je výchozí a konečný stav, ale neříká nic o průběhu reakce nebo době jejího trvání. Pro úspěšnou reakci vodíku s kyslíkem je třeba překonat velkou energetickou bariéru, proto se tato reakce běžně iniciuje např. zapálením této směsi plynů. Pokud bychom se zajímali o rychlost reakcí, musíme se zaměřit na kinetiku. V případě reakce vodíku s kyslíkem bychom zjistili, že tato reakce není dostatečně rychlá, aby proběhla v rozumném čase.

(1,0 b.)

4. Například:
- $\text{HCl} + \text{NaOH} \longrightarrow \text{NaCl} + \text{H}_2\text{O}$
- ,
- $2\text{H}_2\text{O}_2 \longrightarrow 2\text{H}_2\text{O} + \text{O}_2$
- .

(1,0 b.)

5. Metastabilní modifikace je taková modifikace, která je termodynamicky nestabilní, ale je jí po určitou dobu bráněno se přeměnit do stabilní modifikace.

(1,0 b.)

6. Z modifikace
- I_h
- budou vznikat postupně modifikace II, VI, VIII, VII a X.

(1,0 b.)

7. Na povrchu Evropy se mohou vyskytovat modifikace XI a
- I_h
- (popř.
- I_c
-).

(1,0 b.)

8. S hustotami ledu koreluje tlak. Čím vyšší tlak, tím větší je hustota ledu, protože se zvyšujícím se tlakem jsou v ledu molekuly uspořádány blíže sebe.

(0,5 b.)

9. Sněhové vločky se vyskytují zhruba při tlaku 1 atm a teplotě blízko pod 0 °C, nachází se tedy v modifikaci I_h , která má hexagonální symetrii (viz obrázek 2 v zadání úlohy). Tato hexagonální struktura představuje základ pro sněhové vločky, ze kterých rostou nejprve jako šestiúhelníkové disky, a z těch potom vyrůstají další tvary.

(1,0 b.)

10. Led I_h má hustotu 0,92 g cm⁻³, tedy 920 kg m⁻³. Pokud uvažujeme 1 m³ sněhu, má sníh hmotnost 70 kg. Vzhledem k tomu, že jsme hmotnost vzduchu zanedbali, přísluší veškerá tato hmotnost ledu. Objem 70 kg ledu je roven:

$$V_{led} = \frac{m_{led}}{\rho_{led}} = \frac{70 \text{ kg}}{920 \text{ kg m}^{-3}} = 0,076 \text{ m}^3$$

Poměr objemu vzduchu ku objemu sněhu je tedy roven:

$$\frac{V_{vzduch}}{V_{sn\acute{e}h}} = \frac{V_{sn\acute{e}h} - V_{led}}{V_{sn\acute{e}h}} = \frac{1 \text{ m}^3 - 0,076 \text{ m}^3}{1 \text{ m}^3} = 0,92 \rightarrow 92 \%$$

Sníh je tvořen z 92 % vzduchem.

(1,5 b.)

11. Dalšími anomáliemi vody jsou například:

- Vysoká teplota tání.
- Vysoký kritický bod.
- Velké povrchové napětí.
- Velká viskozita.
- Velké výparné teplo.

(1,0 b.)

B4 – Hrátky s kolagenem – Kolagenoví medvídci

Autor: Tomáš Fiala (e-mail: tfiala@ethz.ch)

12 bodů

1. Správně byly tři možnosti (viz níže). Za každou správnou odpověď **0,50 b.**. Za zakroužkovanou nesprávnou odpověď c) **-0,50 b.**

a)	jedná se o enzym z kategorie hydrolas
b)	tento enzym štěpí amidickou vazbu
c)	enzym přímo spotřebovává pro danou reakci molekulu O_2
d)	v aktivním místě enzymu je klíčová nukleofilní aminokyselina (např. serin)

(1,50 b.)

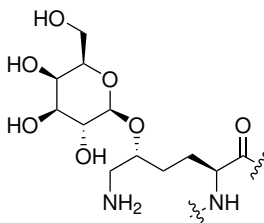
2. Kyselina L-askorbová je **vitamin C (0,50 b.)**. Popsaná nemoc jsou **kurděje**, neboli **skorbut**, **Möllerova Barlowova choroba** nebo **avitaminóza C** (kterýkoliv z těchto názvů **0,50 b.**).

(1,00 b.)

3. Kolagen vyrobený při kurdějích bude mít **nižší teplotu tání (0,50 b.)**. Při nižší aktivitě prolyl-hydroxylasy bude mnohem méně prolinových zbytků v poloze Yaa zoxidováno na (4*R*)-hydroxyprolin. Jak jsme se dozvěděli ve 3. úloze (B3), (4*R*)Hyp je výhodnější pro tuto polohu (stabilizuje kolagenovou trojšroubovici) oproti prostému Pro díky své preferenci C γ -exo obálkové konformace. Vysvětlení: **0,75 b.**

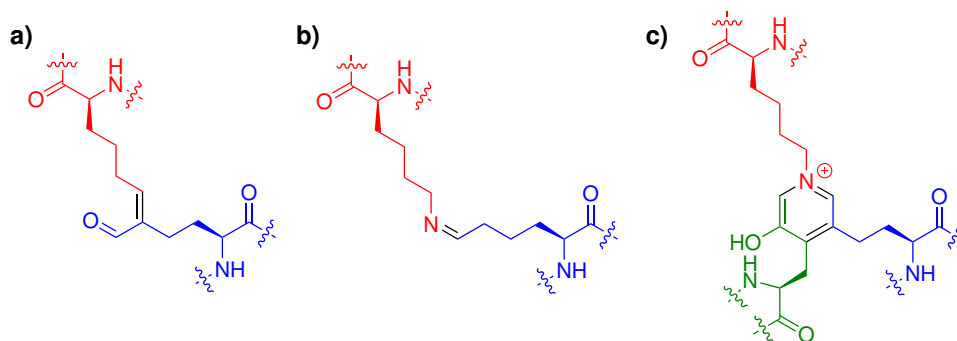
(1,25 b.)

4. Viz obrázek níže. Za strukturu **0,75 b.**, za stereogenní centra **0,75 b.** Poznámka: Častou chybou bylo vázání cukerné skupiny přes α -aminoskupinu místo -OH skupinu. To však není možné, jelikož přes tuto skupinu je hydroxylysin (stejně jako všechny aminokyseliny) zabudován v peptidovém řetězci.



(1,50 b.)

5. Ve všech případech se jedná o lysinové zbytky. Konkrétně v a) a b) je to $2 \times$ lysin a v c) $3 \times$ lysin (za každý správně identifikovaný lysin **0,25 b.**). Obrázek níže barevně rozlišuje skelety jednotlivých lysinových zbytků ve strukturách.



(1,75 b.)

6. Zde je třeba si uvědomit, že aby byla páskovaná struktura po celé délce fibrily stejná, **musí se délka vlákna + mezeira („gap“) vejít do periody páskování celý počet krát (navrhují nahradit za: musí být součet délky vlákna a mezery („gap“) celočíselným násobkem periody páskování)**. Víme, že perioda páskování $D = 67$ nm a délka vlákna $L = 300$ nm. Jejich podíl je:

$$\frac{L}{D} = \frac{300 \text{ nm}}{67 \text{ nm}} = 4,48 \rightarrow L = 4,48D \quad (1,00 \text{ b.})$$

Doplňek tohoto čísla do nejbližšího celého násobku D (5) tedy musí odpovídat nejmenší možné mezeře (G):

$$G = (5 - 4,48) D = \left(5 - \frac{300 \text{ nm}}{67 \text{ nm}}\right) \cdot 67 \text{ nm} = 35 \text{ nm} \quad (1,00 \text{ b.})$$

Rozdíl periody a délky mezery pak představuje délku překryvové oblasti („overlap“, O):

$$O = D - G = 67 \text{ nm} - 35 \text{ nm} = 32 \text{ nm} \quad (0,50 \text{ b.})$$

(2,50 b.)

7. Gumoví medvídci jsou želatinové bonbóny. Kromě cukru, potravinářských barviv a dalších látek obsahují jako jednu z hlavních složek želatinu, což je hydrolyzovaný kolagen. Tato pojivová hmota se získává vyvařením a dalším zpracováním pojivových tkání zvířat (takže nic pro vegany), během kterého se kolagenová vlákna, fibrily a do značné míry i tropokolagenové trojšroubovice rozpadají a jednotlivá (dlouhá) peptidová vlákna jsou hydrolyzována na kratší peptidy. Ty mají gelační vlastnosti, tj. za vysoké teploty se ve vodě rozpouští, ale jsou schopny za dostatečně nízké teploty tvořit pevnou látku s vysokým obsahem vody.
8. Zde mohlo být odpovědí velmi mnoho. Níže jsem vybral pár pěkných/zajímavých odpovědí od různých řešitelů. Za každé jídlo **0,50 b.**

„a) Vývar z (hovězích) kostí – kolagen rozpuštěný v roztoku – s knedlíčky a hráškem ujde.
 b) Panna Cotta – dezert na bázi želatiny (viz 7) – jeden z nejlepších dezertů v Toskánsku.
 c) Citrusy, šípky – plody bohaté na kyselinu askorbovou, kofaktor při syntéze kolagenu – už bych si dal krvavé pomeranče“ – Daniel Obozov

„Chrupavky všeobecne obsahujú kolagén, ja najčastejšie jem chrupavky keď máme celé kura. Mne to celkom chutí, lebo tiež je to chrumkavé a chrumkavé veci sú dobré věci.“ – Richard Grešák

„Orechy a semienka obsahujú vysoké množstvá zinku a medi. Zinok pôsobí ako kofaktor pri syntéze kolagénu, med' zas pomáha pri „dozrievaní“ kolagénu, aktivuje enzýmy, ktoré upravujú kolagén a taktiež udržiava jeho elasticitu a pomáha pri jeho oprave v prípade poškodenia. Najlepším zdrojom zinku a medi sú tekvicové semiačka, kešu orechy, mandle a sezamové semienka.“ – Matúš Grieš

„Ossobucco: jídlo se připravuje ze zvířecí klišky, která obsahuje kolagen (jednou jsem měla možnost ho ochutnat a velice mi chutnalo, pro mě mělo velice zajímavou chuť)“ – Olivie Matyasková

„Májka paštika – vzhledem k tomu, že jsou v ní pomleté bůhvíjaké chrupavky a kůže, tak kolagenu v ní bude taky dost.“ – Hana Slámová

(1,50 b.)

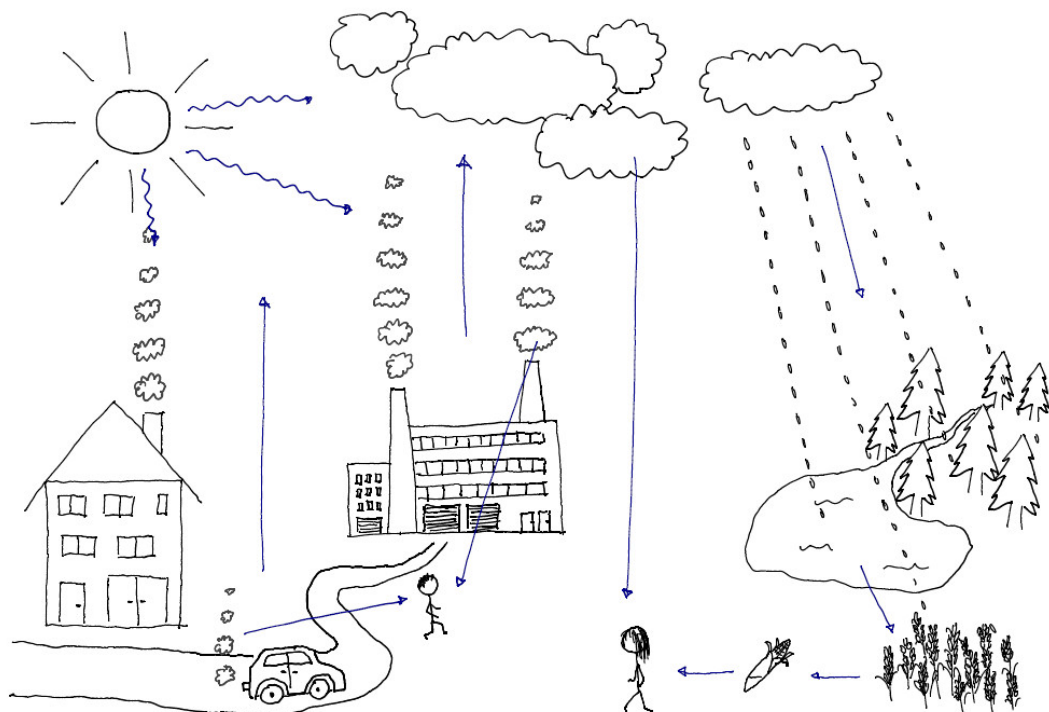
C4 – Chemické látky a člověk – inhalační expozice a metabolismy

Autorky: Aneta Rafajová, Petra Stuchlík Fišerová a Simona Rozárka Jílková
 (e-mail: rozarka.jilkova@recetox.muni.cz)

12 bodů

1. „Kouřík“ vzniká při různých spalováních – komíny z domů a továren, spalovací motory v automobilech, ale třeba i při hoření lesů nebo výbuchu sopky. Lidé jsou těmto látkám exponováni jak už ze samotného ovzduší (inhalace), tak například z vody (když prší a „kouřík“ je mokrou depozicí odnesen do vody) (ingesce). Z vody, ale zároveň i ze vzduchu, se „kouřík“ dostane do rostlin a zvířat, která my jíme (ingesce).

Vaše obrázky byly úžasné! Děkuji Vám za ně.



(1,548 b.)

2. Emise = co je vypouštěno přímo ze zdroje → znečišťování, měřeno v jednotkách t/rok.
 Imise = co je následně měřeno ve vzduchu → znečištění, měřeno v jednotkách $\mu\text{g}/\text{m}^3$.

(0,774 b.)

3. Řešení:

- (a) produkce nespalovacích emisí → brzdy, tření pneumatik aj.; kvůli velkým bateriím se jedná o velmi těžká auta, dochází tak k větší resuspendaci částic a zároveň k větší abrazi během brždění
- (b) velmi záleží na druhu energie, kterou je auto nabíjeno – pokud bude použita energie vyrobená spalováním fosilních paliv, nelze mluvit o „šetrnější“ formě dopravy

Potěšilo mě, že většina z Vás se nad touto problematikou hlouběji zamyslela. Výborně jste probírali pro a proti. Děkuji.

(1,548 b.)

4. Jak bylo řečeno v zadání, benzo[a]pyren vzniká spalovacími procesy. V grafu je vidět, že velké nárůsty jeho koncentrace začínají v podzimních měsících, kdy už se venku začíná ochlazovat a lidé doma začínají topit. Na vesnicích (okrajových částech) jsou koncentrace vyšší kvůli využívání lokálních topenišť, kde lidé často topí „kde čím“. Oproti tomu ve městě je rozvod tepla řízen ve většině případů centrálně a nedochází tedy k neřízenému spalování v takové míře, jako na vesnicích.

(0,774 b.)

5. „Městský“; Jednou byla uznána i odpověď „venkovský“ kvůli skvělé argumentaci!

(0,387 b.)

6. Výpočet přijatého příjmu:

$$DI = \frac{C_A \cdot IR \cdot ET \cdot EF \cdot ED}{BW \cdot AT}$$

$$DI = \frac{0,04 \text{ mg m}^{-3} \cdot \frac{24}{20} \text{ m}^3 \text{ h}^{-1} \cdot 24 \text{ hod den}^{-1} \cdot 365 \text{ den rok}^{-1} \cdot 1 \text{ rok}}{70 \text{ kg} \cdot 365 \text{ den rok}^{-1} \cdot \text{rok}}$$

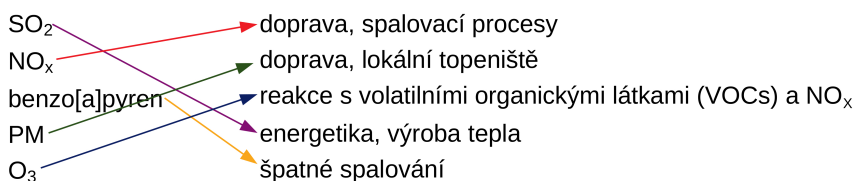
$$DI = 0,0114 \text{ mg kg}^{-1} \text{ den}^{-1}$$

Občas se objevily chyby v jednotkách, někdy jste to počítali úplně jinak. Kdyby Vám to nebylo jasné, neváhejte mě kontaktovat.

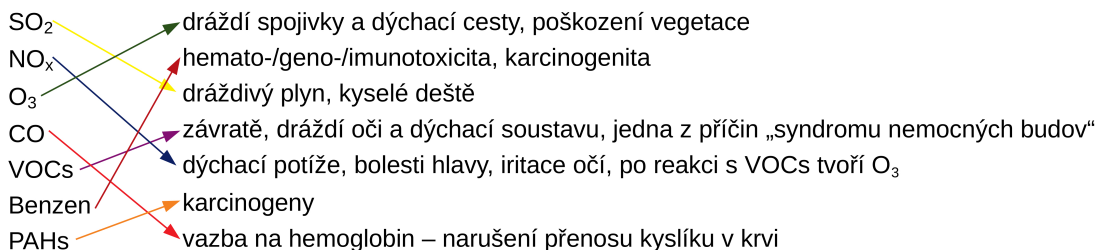
(0,774 b.)

7. Řešení:

- (a) zdroje znečištění:



- (b) zdravotní dopady:



- (1,548 b.)**
8. Lipofilní látky – tuk, mateřské mléko, krev. Hydrofilní látky – moč, krev.
(0,774 b.)
9. Obecně polární látky, metabolity všeho, čemu je naše tělo exponované a co dokáže metabolizovat na dostatečně polární látky, aby bylo možné je vyloučit v moči.
(0,774 b.)
10. Bílkoviny, glukosa, soli, močovina, léčiva (zpravidla velmi polární), ostatní metabolity, které by mohly interferovat s analyty našeho zájmu.
(0,774 b.)
11. Metabolity budou obecně polárnější, budou mít na sobě funkční skupiny jako -OH z hydrolýzy, bude docházet k oxidaci (vznik ketonů nebo karboxylových kyselin), nebo to budou konjugáty s glukuronidy či sulfáty.
(0,774 b.)
12. Ftaláty a jejich alternativní náhrady, bisfenoly, pesticidy, léčiva.
(0,774 b.)
13. Úplně se vyhnout chemickým látkám kolem nás nejde. Ale lze snížit naši expozici těmito látkám. Například u pesticidů si mohou vybírat potraviny z ekologického zemědělství, případně „běžné“ potraviny ošetřit – pečlivě omýt nebo zbavit vnější vrstvy. U přípravků denní potřeby je pak zapotřebí sledovat složení. U pseudopersistentních látek se můžeme bavit například o antibiotikách podávaných zvířatům. Pak je opět vhodná volba masa z ekologického zemědělství. Dalšími látkami jsou různá změkčovadla a aditiva do plastů. To můžeme ovlivnit již samotným výběrem materiálu, nebo třeba v případě plastových krabiček na jídlo postačí, když v krabičce budeme uchovávat pouze studené jídlo (a v mikrovlnné troubě si ho ohřejeme na talíři). Obecně se vyhýbat jednorázovým potravinovým obalům. Dále lze využívat s rozumem kosmetické přípravky, nakupovat jejich bio- či eko-varianty nebo používat kosmetiku podomácku vytvořenou.
(0,774 b.)