

Téma: Štruktúra bielkovín

Predmet: Chémia	Ročník: 3., gymnázium, seminár 4. ročník
Pomôcky: PC, hlasovacie zariadenia, interaktívna tabuľa	
Výchovno – vzdelávacie ciele:	<ul style="list-style-type: none">• poznať a chápať význam štruktúry proteínov• vedieť charakterizovať primárnu, sekundárnu, terciárnu a kvartérnu štruktúru proteínov• poznať typy nekovalentných väzieb, ktoré stabilizujú sekundárnu, terciárnu a kvartérnu štruktúru• charakterizovať vzťah medzi štruktúrou proteínov a ich denaturáciou• vysvetliť súvislosť medzi denaturáciou a biologickou hodnotou a biologickou funkciou proteínov• uviesť možné príčiny denaturácie bielkovín• vysvetliť toxicitu ťažkých kovov pre živé organizmy• vysvetliť vplyv denaturačných faktorov• poukázať na zdravý životný štýl- proteíny v našej potrave
Kľúčové slová	primárna, sekundárna a terciárna štruktúra bielkovín, α -helix, skladaný list, nekovalentné väzby, denaturácia bielkovín
Metódy a formy	<ul style="list-style-type: none">• problémový výklad• bádateľská metóda• samostatná práca žiakov• práca s pracovným listom, interaktívnou tabuľou• internetom• skupinové vyučovanie• vyučovanie v bežnej triede
Kompetencie	<ul style="list-style-type: none">• plánovať (strategické, časové) a organizovať prácu v skupine• viesť konštruktívny dialóg v skupine• získavať a spracovávať dáta a informácie• pracovať s IKT• kvalitatívne popisovať výsledky bádania a riešenia• čítanie s porozumením• písanie poznámok• poznať význam používaných slov• analyzovať text danej témy• organizovať, triediť súbor údajov• riešiť problémové úlohy

Medzipredmetové vzťahy	<p>Biológia – 2. ročník gymnázií téma: <i>Molekulové základy genetiky</i> (aminokyselina, bielkovina), štruktúra proteínov a význam sekvencie AMK v priestorovej štruktúre proteínov, vzťah medzi genetickou informáciou a štruktúrou proteínov</p> <p>Praktické cvičenia téma: <i>Dedičnosť a premenlivosť</i> (Riešenie úloh z molekulárnej genetiky - komplementarita, prenos genetickej informácie z DNA na poradie aminokyselín v bielkovine)</p>
-------------------------------	--

Štruktúra vyučovacej hodiny

1. Motivačná fáza:

Námet 1:

Prostriedky: PV , interaktívna zostava

Metódy: heuristický rozhovor, výklad pomocou PV,

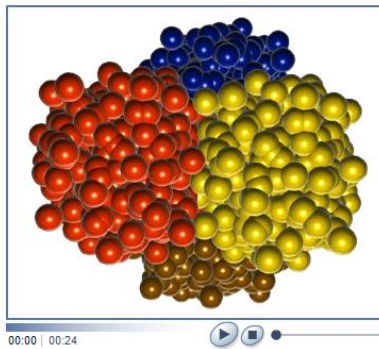
Aktivita 1: Učiteľ vedie diskusiu o zložení bielkovín.

Všetky bielkoviny sú zložené z 20 aminokyselín, mohli by sme predpokladať, že budú mať približne rovnaké vlastnosti. Naopak, vlastnosti bielkovín a ich biologická funkcia súvisí s ich priestorovou štruktúrou.

Príklad motivačných otázok:

1. *Koľko proteínogénnych aminokyselín poznáte?*
2. *Čo myslíte, majú bielkoviny podobné vlastnosti?*
3. *Myslíte si, že biologická funkcia bielkovín závisí len od zloženia bielkoviny?*
4. *Má štruktúra bielkovín vplyv na ich biologickú funkciu?*

Žiaci si pozrú motivačné video:



Námet 2:

Prostriedky: PV , interaktívna zostava, multimédiá, knižnica

Metódy: výskumná metóda

Aktivita: Učiteľ žiakom vopred zadá úlohu, aby na internete, v knižnici alebo pomocou masmédií získali informácie o chorobách, ktoré sú spôsobené poruchou v poradí aminokyselín v polypeptidovom reťazci (napríklad o kosáčikovitej anémii, Creutzfeldovej-Jakobovej chorobe (CJD) a podobne). Na začiatku vyučovacej hodiny žiaci v krátkosti oboznámia svojich spolužiakov so získanými poznatkami. Následnú diskusiu učiteľ uzavrie tým, že zdôrazní význam štruktúry bielkovín pre biologickú funkciu bielkovín v organizme človeka, alebo pripojí niekoľko ďalších zaujímavostí:

VIETE, ŽE:

- usporiadanie fibril kolagénu v rôznych tkanivách je prispôbené ich funkciám. S poruchami stavby kolagénu je spojených niekoľko dedičných chorôb. Predpokladá sa, že jednou takouto poruchou trpel aj veľký husľový virtuóz Niccolò Paganini, čo by vysvetľovalo jeho nápadne dlhé a tenké prsty ako aj pokrivený postoj pri hre na husliach
- bielkovinové zloženie organizmu je priamo dané genetickým základom. Evolučné zmeny menia aj primárnu štruktúru proteínov. Mnohé mutácie sú zhubné a ich nositelia rýchle vymierajú. Sú však známe aj prípady, keď mutácia zlepšuje schopnosti svojich nositeľov prežiť v ich prirodzenom prostredí. Toto je prípad kosáčikovitej anémie. Kosáčikovitý typ erytrocytov sa vyskytuje hlavne v rovníkovej Afrike, práve v oblasti, kde sa vyskytuje aj malária. Anthony Allison objavil, že jedinci postihnutí touto anomáliou sú odolní voči malárii

(Text je doplnený do materiálov na Planéte vedomostí):

Námet 3:

Prostriedky: PV , interaktívna zostava


Metódy: výskumná metóda

Aktivita: Žiaci si pozrú pokusy s vaječným bielkom, prípadne, podľa možnosti školy, môžu tieto pokusy realizovať. Učiteľ vzbudí u žiakov záujem o poznávanie vlastností a štruktúry bielkovín

Vlastnosti bielkovín

Vaječné bielko je príklad bielkoviny vo vodnom roztoku.

Vlastnosti vaječného bielka



00:00 | 00:22

Reakcie vaječného bielka

Bielkoviny v našej strave

Roztriedte nasledovné reaktanty na tie, ktoré spôsobujú vratnú denaturáciu bielkovín, a tie, ktoré spôsobujú nevratnú denaturáciu.

NaCl	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	vratná denaturácia
H ₂ SO ₄	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	vratná denaturácia
CH ₃ OH	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	vratná denaturácia
NH ₄ NO ₃	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	nevratná denaturácia
Pb(NO ₃) ₂	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	nevratná denaturácia

2. Sprístupňovanie nového učiva -- expozícia

Námet 1:

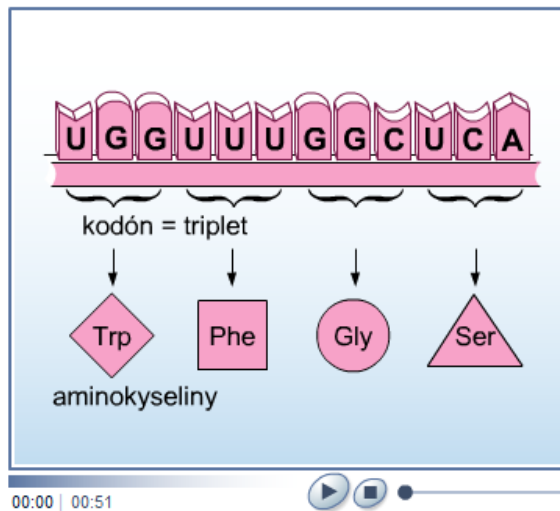
Primárna štruktúra bielkovín

Prostriedky: PV , interaktívna zostava

Metódy: heuristický rozhovor, výklad pomocou Planéty vedomostí

Aktivita: Žiaci si pozrú animáciu o primárnej štruktúre bielkovín a pod vedením učiteľa popisujú charakteristiku primárnej štruktúry bielkovín (proteínov).

Primárna štruktúra proteínov



Primárna štruktúra polypeptidového reťazca je charakterizovaná poradím, čiže sekvenciou aminokyselín v reťazci.

Je podmienená prítomnosťou pevnej peptidovej väzby medzi jednotlivými molekulami aminokyselín.

Poznámka: z videa „Primárna štruktúra proteínov“ stačí žiakom ukázať len prvých 00:27 sekúnd. Pridaný text počas diskusie so žiakmi je zakrytý.

Výroky žiakov učiteľ upresní a zhrnie:

(Texty sú doplnené do materiálov na Planéte vedomostí):

Primárna štruktúra proteínov

- **UDÁVA** biologickú hodnotu bielkoviny
- **PODMIENUJE** vyššie štruktúry proteínu

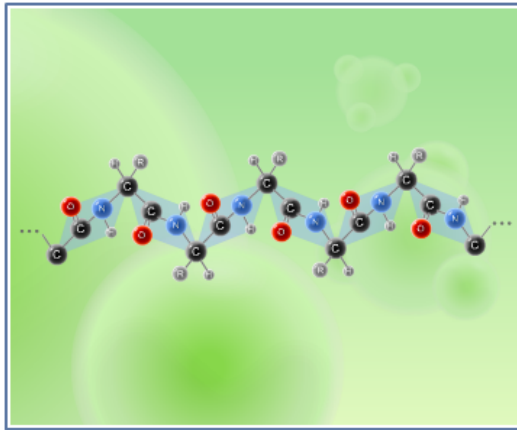
Primárna štruktúra je vďaka pevnej peptidovej väzbe veľmi stabilná, preto sa neštiepi ani pri denaturácii

Porucha v poradí aminokyselín spôsobí v organizme poruchu, resp. ochorenie (napr. kosáčikovitá anémia je výsledkom prítomnosti mutantného hemoglobínu).

Sekundárna štruktúra bielkovín

Na animácii „ Geometria jednotiek aminokyselín v bielkovinách (01:01)“ ukážeme prečo atómy spojené peptidovou väzbou ležia v jednej rovine a vysvetlíme žiakom flexibilitu polypeptidového reťazca:

Geometria jednotiek aminokyselín v bielkovinách



00:00 | 01:01



Geometrické usporiadanie peptidových reťazcov vyjadruje sekundárna štruktúra bielkoviny.

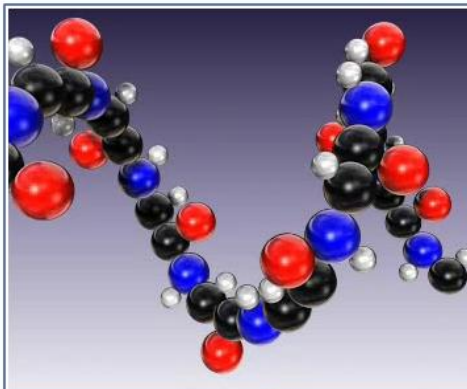
Pre tento typ štruktúry je rozhodujúce usporiadanie atómov v okolí peptidovej väzby.

Peptidová väzba je v dôsledku mezoméneho efektu rovinná a nachádza sa v trans-konfigurácii (iba v prípade prolínu je cis-konfigurácia), preto sa voľne môžu otáčať len skupiny atómov na α -uhlíkoch

Následne popíšeme sekundárnu štruktúru bielkovín a typ väzieb, ktoré ju stabilizujú. Výklad doplníme animáciami:

Štruktúra α -helixu

1 2 3 4 5 6 7 8 9 10



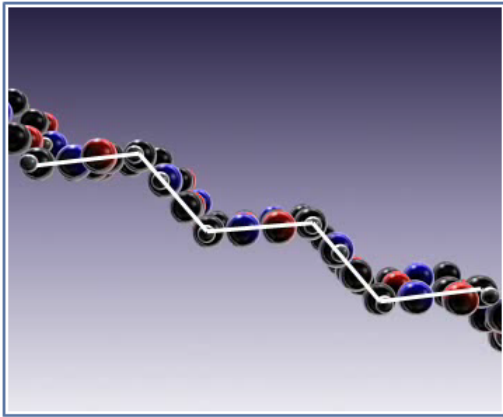
00:00 | 00:32



Štruktúra α -helixu – pravotočivej závitnice

vzniká vytvorením vodíkových väzieb medzi skupinami $-C=O$ a $-NH$ v rámci jedného reťazca

Štruktúra skladaného listu



Štruktúra skladaného listu

vzniká medzi dvoma peptidovými reťazcami, ktoré prebiehajú voči sebe antiparalelne alebo paralelne

Bočné reťazce aminokyselín smerujú do priestoru nad alebo pod rovinu skladaného listu

00:00 | 00:18

α-helix



Jeden závit závitnice obsahuje 3,6 aminokyselinových zvyškov.

Beta-skladaný list



00:00 | 00:32

00:15 | 00:21

Žiaci pod vedením učiteľa správne charakterizujú sekundárnu štruktúru, popisujú typy väzieb, ktoré ju tvoria, učiteľ poukáže na rozdiel medzi α -helixom a β -skladaným listom.

1. Akou väzbou je stabilizovaná sekundárna štruktúra?
2. Kedy vzniká α -helix a kedy skladaný list?
3. Zapájajú sa do sekundárnej štruktúry aj postranné reťazce aminokyselín?

Sekundárna štruktúra je stabilizovaná prítomnosťou **vodíkových väzieb** (vodíkových mostíkov) medzi atómami kyslíka a vodíka peptidových väzieb.

Najčastejšie má táto štruktúra formu **skladaného listu** – β –štruktúra, alebo **pravotočivej závitnice** – α –helixu.

Aminokyselinové zvyšky R sa na sekundárnej štruktúre nezúčastňujú a sú orientované do priestoru **mimo závitnice**, alebo **nad a pod rovinou skladaného listu**.

(Texty sú doplnené do materiálov na Planéte vedomostí):

Terciárna štruktúra bielkovín

Na základe animácie o terciárnej štruktúre, žiaci definujú typy väzieb, ktoré stabilizujú terciárnu štruktúru bielkoviny:

Terčiárna štruktúra



terciárna štruktúra príónu

00:00 | 01:12

1 2 3 4 5 6 7 8 9 10

Terčiárna štruktúra predstavuje definitívne priestorové usporiadanie α -helixu a skladaného listu v priestore.

Je stabilizovaná nekovalentnými väzbami.

Medzi postrannými reťazcami aminokyselín – R– sa môžu tvoriť:

- vodíkové väzby**
- van der Waalsove sily**
- iónové väzby**
- disulfidové väzby**

Počas diskusie je text zakrytý. Učiteľ vysvetlí rozdiel medzi fibrilárnou a globulárnou štruktúrou bielkovín.

Väzby, ktoré prispievajú k vzniku terciárnej štruktúry

Podľa toho, či sa uvedenými väzbami spájajú časti toho istého reťazca alebo sa spájajú rôzne reťazce delíme proteíny na:

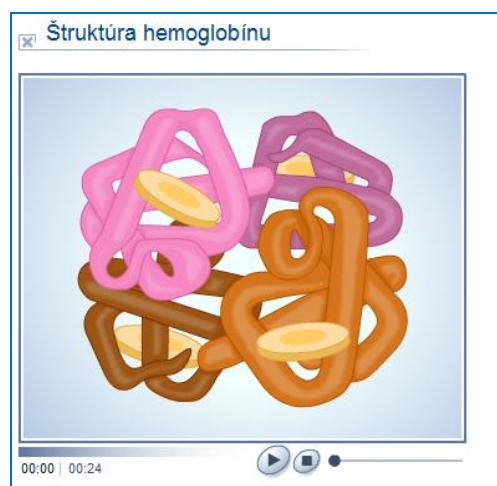
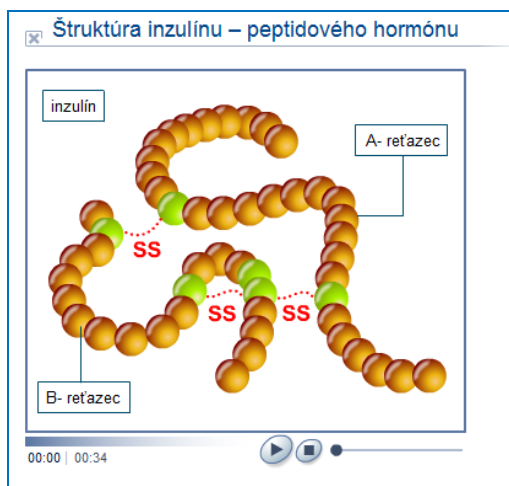
fibrilárne – vláknité, uvedenými väzbami spájané rôzne peptidové reťazce

globulárne – kľbkovité, uvedenými väzbami spájané časti toho istého reťazca

Kvartérna štruktúra bielkovín

Niektoré dôležité bielkoviny v ľudskom organizme majú kvartérnu štruktúru.

Vysvetlíme takýto typ štruktúry na príklade hemoglobínu alebo inzulínu. Pre lepšiu názornosť použijeme animácie z Planéty vedomostí:



<http://www.youtube.com/watch?v=lijQ3a8yUYQ>

<http://www.youtube.com/watch?v=mretwWI5BYI&NR=1>

- Čo myslíte, môže súvisieť štruktúra bielkovín s takými činnosťami ako je žehlenie alebo umývanie vlasov?
- Aká štruktúra bielkovín sa poruší pri trvalej ondulácii?

Diskusiu žiakov učiteľ uzavrie animáciami z Planéty vedomostí:

☒ Žehlenie a vodíkové väzby



☒ Naondulované vlasy a terciárna štruktúra keratínu



6. Ako sa mení usporiadanie peptidových reťazcov?
7. Zaniká porušením vyšších štruktúr biologická funkcia alebo hodnota?

Odpovede žiakov učiteľ zhrnie a upresní (texty sú doplnené do materiálov na Planéte vedomostí):

Denaturácia bielkovín je **zmena priestorového usporiadania peptidového reťazca** vplyvom vonkajších faktorov.

Ide o **porušenie vyšších štruktúr bielkoviny**, pričom **primárna štruktúra zostane zachovaná**.

Pri denaturácii proteínu dochádza k **zániku biologickej funkcie** bielkoviny a bielkovina **si zachováva len svoju biologickú hodnotu**.

Podľa podmienok a denaturačných faktorov môže byť denaturácia:

vratná – reverzibilná – ak sa štruktúra bielkoviny po odstránení denaturačného faktora obnoví

nevratná – ireverzibilná – ak sa štruktúra bielkoviny už obnoviť nemôže

Denaturáciu bielkovín môže spôsobiť:

- teplota
- ionizačné žiarenie
- prítomnosť kyselín, hydroxidov, extrémne hodnoty pH
- prítomnosť niektorých organických zlúčenín, napr. močoviny, alifatických alkoholov
- prítomnosť kationov ťažkých kovov
- mechanické faktory, napr. tlak, silné trepanie

Praktický význam má denaturácia v potravinárskom priemysle a v domácnosti pri uchovávaní a tepelnom spracovaní bielkovín. Varením alebo inou tepelnou úpravou sa bielkoviny denaturujú, porušia sa väzby vo vyšších štruktúrach a bielkovina sa stane stráviteľnejšia, pričom si svoju biologickú hodnotu zachová.

Námet 2:

Prostriedky: PV , interaktívna zostava

Metódy: výklad pomocou Planéty vedomostí, práca s odborným textom, práca v skupinách

Aktivita: Učiteľ rozdelí žiakov do skupín. Každá skupina dostane za úlohu naštudovať z lekcii na Planéte vedomostí jeden typ štruktúry bielkovín. Žiaci si zo skupiny zvolia jedného hovorcu, ktorý oboznámi ostatných spolužiakov s naštudovanými poznatkami. Členovia z danej skupiny sú pripravení odpovedať na otázky ostatných spolužiakov.

Jedna skupina žiakov si môže pripraviť prezentáciu o denaturácii bielkovín, ktorú prezentuje na nasledujúcej vyučovacej hodine.

3. Upevnenie nového učiva -- fixácia

Námet 1: Cvičenia

Prostriedky: PV , interaktívna zostava

Metódy: samostatná práca s PV

Aktivita: žiaci samostatne riešia interaktívne cvičenia a úlohy na svojom PC:

1. úloha

Chemické zloženie buniek

Bielkoviny – molekuly života

Proteíny (z gréckeho *protos* = prvý) patria k najzložadnejším stavebným jednotkám živých organizmov. Proteín sa skladá z dlhého polymérového reťazca aminokyselín, ktoré majú spoločných 20 rôznych uhlíkových zvyškov.

Vytvorte polypeptidový reťazec s poradím Gly-Thr-Phe-Ala-Ser-Ile tak, že kliknete na aminokyselinu, otočíte ju a presuniete na správne miesto.

Virtuálny pokus a cvičenie

Planéta vedomostí, ZŠ II Biológia, I. Bunka – základná jednotka živých organizmov, 3. Chemické zloženie buniek, str. 5b

2. úloha

Primárna štruktúra bielkovín

i Dokončíte hydrolyzu určitého hexapeptidu, ktorý poskytol päť rôznych aminokyselín: alanín (Ala), kyselinu glutámovú (Glu), glycín (Gly), leucín (Leu) a serín (Ser) v pomere 2:1:1:1:1, v danom poradí. Čiastočná hydrolyza tohoto peptidu poskytla nasledovné časti: Ala-Ala, Glu-Ala, Gly-Glu, Ala-Ser-Leu.

Ala Glu Gly Leu Ser

Určte poradie aminokyselín v peptide.

[H H H H H]

Uvedte skrátený symbol pre aminokyselinu s N koncom.

Uvedte skrátený symbol pre aminokyselinu s C koncom.

Interaktívne cvičenie: primárna štruktúra bielkovín

Planéta vedomostí, SŠ Chémia, XIX. Biologicky chemické zlúčeniny; 82. Bielkoviny a nukleové kyseliny, str. 2b

3. úloha

Bielkoviny a nukleové kyseliny

3/9

Sekundárna štruktúra bielkovín

i Molekuly bielkovín majú jednoznačné trojrozmerné tvary, ktoré vyplývajú z viacsobných interakcií medzi časťami polypeptidového reťazca.

Označte, či sú nasledovné tvrdenia pravdivé alebo nepravdivé.

pravdivé	nepravdivé
<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

Väzba C–N v peptidovej väzbe má čiastočný charakter dvojitej väzby.

Štruktúra polypeptidovej molekuly neumožňuje rotáciu okolo akejkoľvek väzby v reťazci.

Vodíková väzba v molekulách bielkovín vzniká výhradne z interakcií medzi postrannými reťazcami.

V α -závitnici sa vodíkové väzby tvoria medzi dvomi odlišnými polypeptidovými molekulami.

Trojrozmerná štruktúra, ktorá vyplýva z vodíkových väzieb medzi amidovými skupinami polypeptidového reťazca, sa nazýva sekundárna štruktúra.

Interaktívne cvičenie: sekundárna štruktúra bielkovín

Planéta vedomostí, SŠ Chémia, XIX. Biologicky chemické zlúčeniny; 82. Bielkoviny a nukleové kyseliny, str. 3b

4. úloha

Bielkoviny a nukleové kyseliny 5/9

Trojrozmerná štruktúra bielkovín

Nasledovný polypeptidový reťazec sa prepája množstvom špecifických interakcií medzi funkčnými skupinami, ktoré sa nachádzajú v postranných reťazcoch jednotiek aminokyselín. Naznačte najpravdepodobnejší typ pre každú zobrazenú interakciu.

- vodíková väzba
- disulfidová väzba
- iónová väzba
- hydrofóbná interakcia

Interaktívne cvičenie: terciárna štruktúra bielkovín

Planéta vedomostí, SŠ Chémia, XIX. Biologicky chemické zlúčeniny; 82. Bielkoviny a nukleové kyseliny, str. 5

5. úloha

Bielkoviny 6/8

Denaturácia bielkovín

Trvalé poškodenie štruktúry bielkovín sa označuje ako denaturácia. Tento proces je nevratný.





V tomto pokuse sa pozrieme na to, aký vplyv majú na bielkoviny tri rôzne faktory.

- kahan
- roztok dusičnanu olovnatého
- etanol

Bielkoviny 6/8

Denaturácia bielkovín

Pri ktorom z nasledovných procesov dochádza k denaturácii?

<p>Príprava praženice <input type="checkbox"/></p> 	<p>Vajčková maska na tvár vzpruží pokožku <input type="checkbox"/></p> 
<p>Sladenie vody cukrom <input type="checkbox"/></p> 	<p>Príprava vývaru na polievku <input type="checkbox"/></p> 

Planéta vedomostí – Chémia - II. stupeň 7A - @AGFMSOFT BYVP

Virtuálny pokus a cvičenie

Žiaci si prostredníctvom virtuálneho pokusu zopakujú faktory, ktoré spôsobujú denaturáciu bielkovín.

Planéta vedomostí, ZŠ II Chémia, XVII. Potraviny a lieky; 83. Bielkoviny, str. 6a,b

