



Financováno  
Evropskou unií  
NextGenerationEU



Národní  
plán  
obnovy

MSMT  
MINISTERSTVO ŠKOLSTVÍ,  
MLÁDEŽE A TĚLOVÝCHOVY

# CHEMICKÉ SLOŽENÍ A HODNOCENÍ POTRAVIN A POKRMŮ

Soňa ŠKROVÁNKOVÁ

*ADAPT UTB: Adaptabilní, Digitální, Agilní, Progresivní, Transformace UTB ve Zlíně  
reg. č. NPO\_UTB\_MSMT-16585/2022*



Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně  
Fakulta technologická



# Osnova

1. Informace o složení výrobků.
2. Voda v potravinách a pokrmech.
3. Lipidy, tuky, oleje.
4. Mastné kyseliny.
5. Esenciální mastné kyseliny.
6. Sacharidy, cukry.
7. Monosacharidy.
8. Disacharidy
9. Polysacharidy.
10. Aminokyseliny, peptidy.
11. Bílkoviny živočišné.
12. Bílkoviny rostlinné.
13. Vitaminy.
14. Přídavné látky v potravinách

# Obsah - chemické složení

- **Chemické složení potravin a pokrmů**
  - voda,
  - jednotlivé základní živiny,
  - přídatné živiny,
  - senzoryicky významné složky,
  - přídatné látky (aditiva),
  - kontaminanty
- **Změny a reakce v potravinách a pokrmech**
  - tuky (oxidace tuků, žluknutí)
  - sacharidy (karamelizace, neenzymatické hnědnutí)
  - bílkoviny (denaturace)

# Obsah - hodnocení

- **Hodnocení potravin a pokrmů**
  - **analyticky** – jednotlivé složky potravin a pokrmů po úpravě, izolaci i napřímo (běžné analytické metody)
  - **senzorické hodnocení** (senzorická analýza) – potravina, pokrm - napřímo hodnocení lidskými smysly
  - **mikrobiální hledisko** (mikrobiologické metody)
    - potravina, pokrm napřímo nebo po úpravě, pro zjištění množství mikroorganismů (MO), jednotlivých druhů MO

# Kontrola kvality potravin

## Instituce kontrolující kvalitu a bezpečnost potravin:

- Státní zemědělská a potravinářská inspekce (SZPI)
- Státní veterinární správa (SVS)
- Ústřední kontrolní a zkušební ústav zemědělský (ÚKZÚZ)
- Orgány ochrany veřejného zdraví (OOVZ)

## Další instituce:

- Česká obchodní inspekce (ČOI)
- Koalice občanských spotřebitelských aktivit (KOSA)
- Sdružení obrany spotřebitelů (SOS)

# Složení potravin

- na obalu potraviny – povinné a nepovinné údaje:
  - **povinné:** výživové údaje (na 100 g, porci apod.)
  - **nepovinné:** RHP (referenční hodnota příjmu – přepočít na den pro informaci spotřebitele)

Výživové údaje na 100 g:		RHP/RP* na porci/ na porciu	porce/porcia = 25 g 4 porce v balení / 4 porcie v balení * referenční hodnota příjmu / referenčný príjem
Energie / Energia	1294 kJ / 312 kcal	3,8 %	
Tuky	26 g	9,3 %	
z toho nasycené / nasýtené mastné kyseliny	17 g	21,5 %	
Sacharidy	< 0,5 g	0,04 %	
z toho cukry	< 0,5 g	0,1 %	
Bílkoviny / Bielkoviny	19 g	9,2 %	
Sůl / Soľ	1,7 g	7,2 %	
Vápník / Vápnik	661 mg (83 %*)	20,6 %	

# Složení potravin

- na obalu potraviny – povinné:

## Pořadí

- **Energie**

- **Tuky**

  - z toho nasycené  
mastné kyseliny

- **Sacharidy**

  - z toho cukry

- **Bílkoviny**

- **Sůl**

(povinné jen u některých potravin)

- **Vápník** (nepovinné)

Výživové údaje na 100 g:	
Energie / Energia	1294 kJ / 312 kcal
Tuky	26 g
z toho nasycené / nasýtené mastné kyseliny	17 g
Sacharidy	< 0,5 g
z toho cukry	< 0,5 g
Bílkoviny / Bielkoviny	19 g
Sůl / Soľ	1,7 g
Vápník / Vápnik	661 mg (83 %*)

# SLOŽKY POTRAVIN A POKRMŮ

- **Voda**
- **Hlavní živiny**
  - ✓ **Tuky**
    - nasycené mastné kyseliny (NMK)
    - nenasycené mastné kyseliny (NEMK)
    - **esenciální (nezbytné) mastné kyseliny (EMK)**
  - ✓ **Sacharidy**
    - cukry (především mono- a disacharidy)
      - jednoduché sacharidy (S)
    - polysacharidy (PS)
      - složité sacharidy – škrob, **vláknina**
  - ✓ **Bílkoviny (B)**
    - peptidy
    - **esenciální aminokyseliny (AMK)**



# SLOŽKY POTRAVIN A POKRMŮ

- **Přidatné živiny**

- ✓ **Vitaminy**

- ve vodě rozpustné (sk. B a C),
    - v tuku rozpustné (A, D, E, K)

- ✓ **Minerální látky – esenciální prvky**

- **Senzoricky aktivní látky**

- ✓ *organoleptické vlastnosti*

- ✓ chuťové látky, vonné, zodpovědné za texturu, barvu

- **Cizorodé látky**

- ✓ **Přidatné látky (Aditiva) – označení E-kódy**

- ✓ **Kontaminanty – látky toxické**

- maximální přípustné limity v potravinách

# SLOŽENÍ VYBRANÝCH ZÁKLADNÍCH ŽIVOČIŠNÝCH POTRAVIN

- **Mléko – nejběžnější kravské:**
  - ✓ 87 % voda, sušina mléka: bílkoviny, tuk, sacharidy (laktóza), minerální látky, vitaminy

	Kozí	Ovčí	Kravské	Mateřské
Tuk (%)	3,8	7,9	3,6	4,0
Laktóza (%)	4,1	4,9	4,7	6,9
Bílkoviny (%)	3,4	6,2	3,2	1,2
Energie (kcal/100 ml)	70	105	69	68
Vápník (mg/100 g)	134	193	122	33

# SLOŽENÍ VYBRANÝCH ZÁKLADNÍCH ŽIVOČIŠNÝCH POTRAVIN

- **Máslo:**

	100 g výrobku	% DDD (denní doporučený příjem)
Energie	730-732 kcal (3053-3061 kJ)	35-40 %
Bílkoviny	0,5-0,8 g	1 %
Sacharidy	0,6-0,8 g	1 %
z toho cukry	0,6-0,8 g	
Tuky	80-82 g	117 %
z toho nasycené MK	51-54 g	

- ✓ Nařízení EU pro máslo – min. podíl mléčného tuku **80 %**
- ✓ máslo v ČR - kolem 82 % mléčného tuku

# SLOŽENÍ VYBRANÝCH ZÁKLADNÍCH ŽIVOČIŠNÝCH POTRAVIN

- **Maso – složení různých druhů masa na 100 g**  
✓ množství g/100 g = % jednotka

Duh masa	Hovězí	Vepřové	Skopové	Kuřecí	Krůtí
Tuk (g)	4,3	4,0	8,0	2,1	1,6
Bílkoviny (g)	22,5	21,8	20,2	22,3	22,6
Energie (kJ)	542	519	639	457	443
Voda (g)	71,9	74,0	70,6	75,1	75,3

# SLOŽENÍ VYBRANÝCH ZÁKLADNÍCH ŽIVOČIŠNÝCH POTRAVIN

- **Vejce slepičí:**

	Bílkoviny (%)	Tuky (%)	Sacharidy (%)	Voda (%)
vejce celé	12,6	33	1	74
bílek	10,9	0,02	0,9	88
žloutek	16,0	33	0,1	49

# VODA V POTRAVINÁCH A POKRMECH

- jedna z nejvýznamnějších živin
- nápoje i potraviny obsahují vodu
- pokrmy - často obsahují více vody než původní potraviny (vaření, dušení, pošírování)

## VODA

- povrchová (více organických látek, MO, málo CO<sub>2</sub>, Fe; 80 % pitné vody)
- podzemní voda (prostá, minerální – obsah rozpuštěných plynů > 1 g.l<sup>-1</sup>)
- balená voda (podzemní, i upravovaná)
- stolní (bez chlorové úpravy)
- kojenecká (přísnější předpisy, neupravovaná, jen UV nebo ultrafiltrace)

# VODA V POTRAVINÁCH A POKRMECH

- **Balená voda** (podzemní, i upravovaná)
  - stolní (bez chlorové úpravy)
  - kojenecká (přísnější předpisy, neupravovaná, jen UV nebo ultrafiltrace)
- **Pitná voda – úpravy:**
  - dezinfekce, odkyselení provzdušněním (odstranění  $\text{CO}_2$ );
  - čiření, zvýšení koncentrace  $\text{Ca}^{2+}$ ,  $\text{HCO}_3^-$ , snížení koncentrace  $\text{Fe}^{2+}$ ,  $\text{Mn}^{2+}$ , odstranění  $\text{NH}_4^+$  a těžkých kovů, radioaktivních látek (Ra)

# VODA V POTRAVINÁCH A POKRMECH

- **Jakost vody**

- ukazatele kyslíkového režimu (množství rozpuštěného O<sub>2</sub>)
- chem. a fyz. ukazatele (pH 6-8, rozp. a nerozp. látky, vodivost, N, P)
- doplňující ukazatele (Ca, Mg, Cl<sup>-</sup>, SO<sub>4</sub><sup>2-</sup>, org. vázaný Cl)
- obsah těžkých kovů (Pb, Cd, Hg, As)
- biol. a mikrobiol. ukazatele (koliformní bakterie – čeled' Enterobacteriaceae - *Escherichia coli*, *Enterobacter aerogenes*)
- ukazatele radioaktivity



# VODA V POTRAVINÁCH A POKRMECH

- **Tvrdość vody**

- přítomnost  $\text{HCO}_3^-$ ,  $\text{SO}_4^{2-}$ , chloridy (Ca, Mg)
- ovlivňuje chuťové vlastnosti vody
- jednotky tvrdosti - suma Ca + Mg (mmol/l)

- **Pitná voda**

	mmol/l
velmi tvrdá	> 3,76
tvrdá	2,51–3,75
středně tvrdá	1,26–2,5
měkká	0,7–1,25
velmi měkká	< 0,7

# VODA V POTRAVINÁCH A POKRMECH

- **Aktivita vody**
  - organoleptické vlastnosti (textura, vůně, chuť, barva)
  - údržnost a odolnost vůči reakcím při zpracování a skladování
  - **důležitější než obsah vody**
- **dostupnost vody** k interakcím se složkami potravin (B, S, L,..)
  - pevnost vazeb v potravine
  - jak snadno lze vodu z potraviny odstranit
  - mechanicky (lisování), fyzikálně (sušení)

# Obsah vody v potravinách a pokrmech a změny při jejich zpracování

Potravina	Obsah vody (%)
<b>Maso vepřové – syrové</b>	68
pečené	55
smažené	53
<b>hovězí</b>	35 - 73
<b>kuřecí</b>	63 - 77
<b>rybí (treska) – syrové</b>	81
konzervované	79
smažené	65
sušené (solené)	52
<b>Mléko (3,5 % tuku) - pasterované</b>	87
kondenzované (slazené)	27
sušené	4

# Obsah vody v potravinách a pokrmech a změny při jejich zpracování

Potravina	Obsah vody (%)
<b>Sýry</b>	30 - 78
<b>Vejce</b>	74
<b>Ovoce, džusy</b> (jablka po sklizni / po skladování / sušená)	81 - 94 (85 / 84 / 24)
<b>Zelenina</b> (cibule syrová / vařená / smažená)	60 - 93 (89 / 92 / 42)
<b>Brambory</b> - syrové	80
vařené ve slupce / bez slupky	80 / 83
smažené hranolky / smažené lupínky	55 / 2

# Obsah vody v potravinách a pokrmech a změny při jejich zpracování

- **změny** při zpracování (technologickém, kulinárním) a skladování:
  - **tepelné zpracování**
    - sušení, pečení – snížení obsahu vody
    - vaření – snížení /zvýšení obsahu vody
    - zmrazování a rozmrazování – ztráty vody (jejich rychlost)
  - **skladování**
    - obaly propustné pro vodu: snížení obsahu vody (vysychání potravin)
    - vlhnutí potravin (instantní) – růst obsahu vody ve vlhkém prostředí

# Hodnocení vody v potravinách a pokrmech

- **senzoricky**
  - u čerstvých potravin (ovoce, zeleniny)
  - u instantních a tepelně upravovaných pokrmů (smažené, pečené)
- změny senzorických znaků:
  - textura – pružnost/křupavost/gumovitost (např. čerstvě utržené/skladované jablko)
  - zvuk – křupnutí (např. chipsy, smažené pokrmy)

# Hodnocení vody v potravinách a pokrmech

- **analytický**
  - stanovení vody nebo sušiny (zbytek po sušení)
    - stanovení sušiny sušením za předem daných podmínek (105 °C, čas)
    - infralampa – automatizace
  - stanovení vody
    - destilace vzorku, chromatografické metody
- **mikrobiologické hledisko**
  - významné: informace o aktivitě vody
    - mikrobiologická bezpečnost potravin a pokrmů

# Tuky (lipidy) v potravinách a pokrmech

- **význam tuků (lipidů) ve výživě:**
  - zdroj energie
  - zdroj stavebních látek
  - zdroj vitaminů (lipofilních)
- **správná funkce mozku, zraku, srdce, imunita, psychika**
  - energie: 38,9 – 39,7 kJ.g<sup>-1</sup>
  - obsah tuků ve stravě: 20-30 % denní potřeby energie
  - skryté tuky v mnoha potravinách/pokrmech –
    - ✓ NEJSOU VIDĚT – zdroj z původních surovin, úpravy (např. smažení na tuku)



# Tuky (lipidy) v potravinách a pokrmech

- řazení k lipidům:
  - **hydrofobnost** (nerozpustnost ve vodě)
  - **lipofilita** (rozpustnost v tucích)
  
  - sloučeniny obsahující vázané mastné kyseliny
    - (více než 3 atomy C), ne terpeny
  
  - **doprovodné látky (lipoidy)**
    - netěkavé lipofilní sloučeniny:
      - terpenoidy (karotenoidy),
      - lipofilní vitamíny,
      - některá barviva
  
- dělení podle konzistence: oleje, tuky, vosky

# Tuky (lipidy) v potravinách a pokrmech

- **Mastné kyseliny** - nejdůležitější složky lipidů – vlastnosti
  - ✓ bezbarvé kapaliny nebo tuhé látky
  - ✓ karboxylové kyseliny s uhlovodíkovým řetězcem (slabé kyseliny - karboxylová skupina)
- výskyt v potravinách/pokrmech:
  - **nasycené MK** – bez dvojných vazeb, jen jednoduché
  - **nenasycené MK** - 1 a více dvojných vazeb:
    - monoenové MK (1 dvojná vazba)
    - dienové (2 dvojně vazby), trienové (3 dvojně vazby), i více (tetra, penta, hexa)

# Mastné kyseliny v potravinách a pokrmech

- **Nasycené mastné kyseliny**
  - bez dvojných vazeb
  - 4 až 60 uhlíků, rovný, nerozvětvený řetězec
  - nejčastěji sudý počet uhlíků
  - **systematické a triviální názvy**

<u>Počet uhlíků</u>	<u>Triviální název</u>	<u>Systematický název</u>
4	<b>Máselná kyselina</b>	Butanová kyselina
14	<b><u>Myristová kyselina</u></b>	<u>Tetradekanová kyselina</u>
16	<b>Palmitová kyselina</b>	<u>Hexadekanová kyselina</u>
18	<b>Stearová kyselina</b>	<u>Oktadekanová kyselina</u>
20	<b><u>Arachová kyselina</u></b>	<u>Ikosanová kyselina</u>

Velíšek, J., & Hajšlová, J. (2009). *Chemie potravin I*. Tábor: Osis

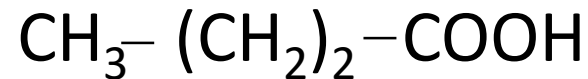
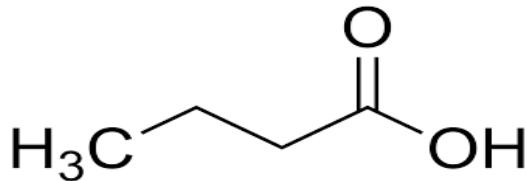
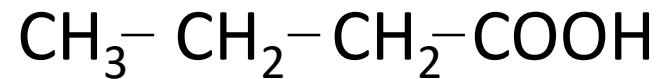
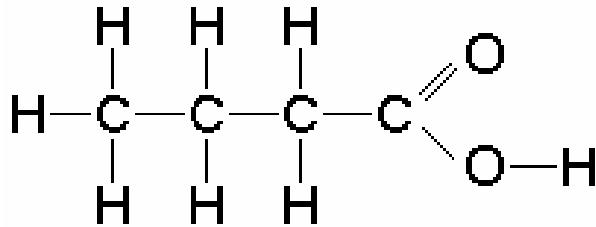
ODSTRČIL, J., ODSTRČILOVÁ, M. *Chemie potravin*. Brno: NCO NZO, 2006

Belitz, H.-D., Grosch, W., & Schieberle, P. (2009). *Food Chemistry*. Berlin, Heidelberg: Springer-Verlag

# Mastné kyseliny v potravinách a pokrmech

- **Nasyčené mastné kyseliny**

– máselná (butanová) kyselina – různé typy zápisů:

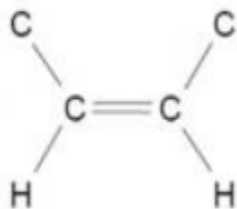


# Mastné kyseliny v potravinách a pokrmech

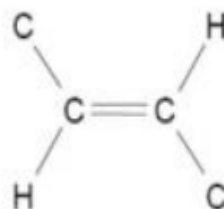
- **Nenasycené mastné kyseliny**
  - **Monoenové MK (mono=jedna, en=dvojná vazba)**
    - charakteristika: počet uhlíků (nejběžnější 18)  
poloha dvojně vazby  
prostorová konfigurace dvojně vazby  
(v potravinách hlavně *cis* – Z)
    - v potravinách nejrozšířenější:
      - **olejová kyselina** (18 uhlíků, dvojná vazby na 9 uhlíku, *cis* konformace)

# Mastné kyseliny v potravinách a pokrmech

- **Nenasycené mastné kyseliny**
  - **Monoenové MK**
    - prostorová konfigurace:
      - v potravinách hlavně *cis* – Z (zusammen)
        - ohnutý řetězec
      - minimum: *trans* – E (entgegen)
        - napřímený řetězec



*cis* „vanička“



*trans* „židlička“

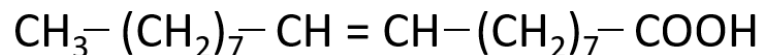
# Mastné kyseliny v potravinách a pokrmech

- **Nenasycené mastné kyseliny**

- **Monoenové MK**

- v potravinách nejrozšířenější:

- **olejová kyselina (18:1, 9Z)**



» trans : elaidová (18:1, 9E)

- živočišné tuky - **palmitolejová kyselina (16:1, 9Z)**
      - rostlinné oleje – i **eruková kyselina (22:1, 13Z)**

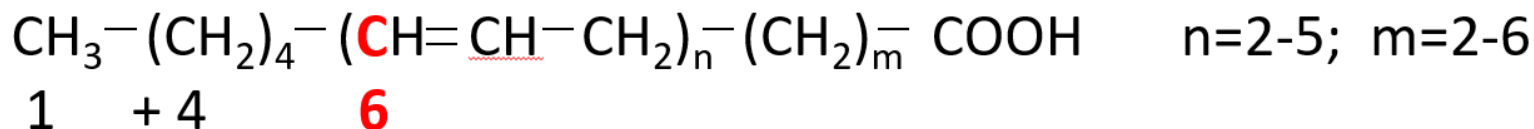
# Esenciální mastné kyseliny v potravinách a pokrmech

- **Esenciální mastné kyseliny (MK)**
  - člověk nedokáže syntetizovat ⇒ **POTRAVA**
- **Řada  $\omega$ -6 (n-6) MK** (první dvojná vazba na 6 uhlíku od koncové metylové skupiny)
  - počítání: metylový uhlík je označen n nebo  $\omega$
  - **linolová kyselina** - nejrozšířenější (18:2, 9Z,12Z)
  - **$\gamma$ -linolenová kyselina** (18:3, 6Z,9Z,12Z)
  - **arachidonová kyselina** (20:4, 5Z,8Z,11Z,14Z)
- **Zdroje - oleje: olivový, slunečnicový, sojový, řepkový; ořechy**

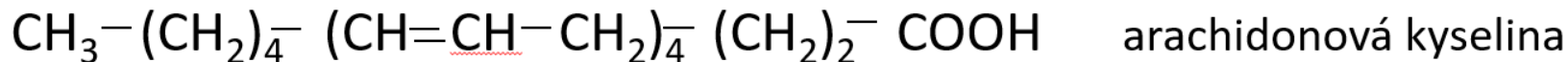
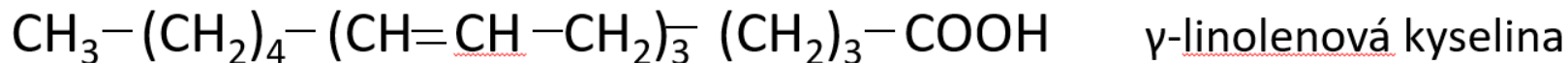
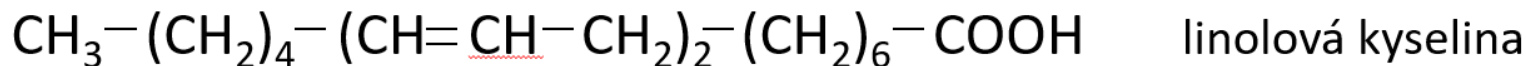


# Esenciální mastné kyseliny

## Mastné kyseliny $\omega$ -6



pozice prvního uhlíku s dvojnou vazbou - 6

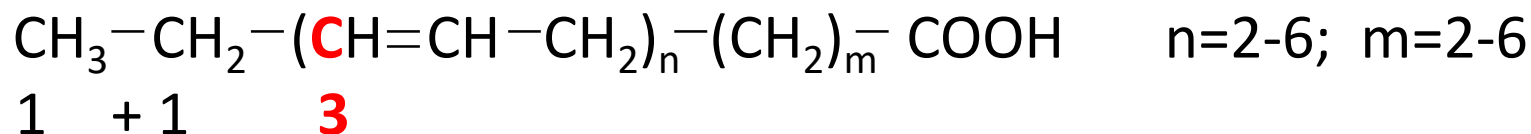


# Esenciální mastné kyseliny v potravinách a pokrmech

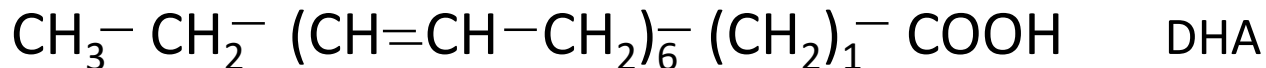
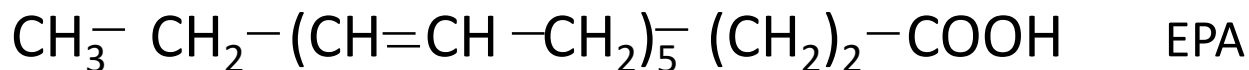
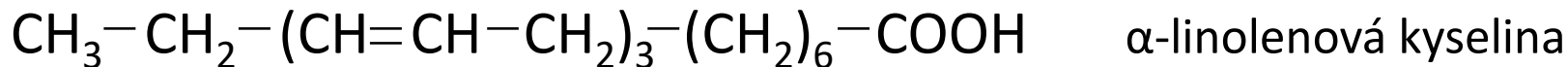
- Esenciální mastné kyseliny (MK)
- Řada  **$\omega$ -3 (n-3)** MK (první dvojná vazba na 3 uhlíku od koncové metylové skupiny)
  - **$\alpha$ -linolenová kyselina** (18:3, 9Z,12Z,15Z)
- Zdroje
  - **oleje**: lněný, klíčkový, řepkový, sojový, ořechy, chia
  - **EPA** eikosapentaenová (20:5, 5Z,8Z,11Z,14Z,17Z)
  - **DHA** dokosahexaenová (22:6, 4Z,7Z,10Z,13Z,16Z,19Z)
- Zdroje
  - **tuk**: tresčí jaterní, rybí (makrela, sled', losos, tuňák, sardinky, pstruh)

# Esenciální mastné kyseliny

## Mastné kyseliny $\omega$ -3



pozice prvního uhlíku s dvojnou vazbou - 3



# ***Trans*-nenasycené mastné kyseliny v potravinách a pokrmech**

- ***Trans*-nenasycené mastné kyseliny**
  - v potravinách: málo konfigurace *trans* – přírodní původ
  - v pokrmech: více - u průmyslově vyráběných potravin, tepelně upravovaných potravinách (pečení, smažení při vysokých teplotách, dlouhý čas)
  - **přírodní původ *trans*-nenasycených MK: z potravy**
    - mléko (i mateřské) 2-8 % veškerých MK
    - tučné sýry, máslo 2-8 %
    - tuk přežvýkavců (lůj) 2-3 %

# ***Trans*-nenasycené mastné kyseliny v potravinách a pokrmech**

- ***Trans*-nenasycené mastné kyseliny**
  - vznik ***trans*-nenasycených MK**:
    - průmyslová výroba **ztužených tuků – ztužování**
      - změna tekutého oleje na tuhý tuk
      - *cis* vazba se mění v průběhu reakcí na *trans*
      - (***hydrogenace nenasycených MK na nasycené***)
      - margariny (5-30%) + výrobky obsahující tyto tuky (cukrovinky, pečivo, masné výr...)

# ***Trans*-nenasycené mastné kyseliny v potravinách a pokrmech**

- **vznik *trans*-nenasycených MK:**
  - tuky na smažení (hamburgery) – tuky s *trans*-nenasycenými MK se méně přepalují (mají méně dvojných vazeb)
  - **záhřev tuků, olejů** obsahující nenasycené MK (dlouhý záhřev při teplotách nad 240 °C)
    - grilování
- **velký příjem ve stravě:**
  - zvyšování celkového cholesterolu a LDL, triacylglycerolů
  - snižování HDL

# Mastné kyseliny v potravinách a pokrmech

Druh tuku	N MK	ME MK	PE MK	Převládající MK
Vepřové sádlo	25 - 70	37 - 68	4 - 18	olejová, palmitová, stearová, linolová
Kuřecí sádlo	27 - 30	42 - 47	20 - 24	olejová, palmitová, linolová
Mléčný tuk	53 - 72	26 - 42	2 - 6	olejová, palmitová, myristová, stearová
Tresčí jaterní tuk	14 - 25	35 - 68	20 - 45	olejová, DHA, palmitová, EPA, eikosenová
<b>Rostlinné tuky</b>				
Kokosový tuk	88 - 94	5 - 9	1 - 2	laurová, myristová, palmitová
Palmový tuk	44 - 56	36 - 42	9 - 13	palmitová, olejová
Kakaové máslo	58 - 65	33 - 36	2 - 4	stearová, olejová, palmitová

N MK – nasycené mastné kyseliny; ME MK - monoenové MK; PE MK - polyenové MK

# Mastné kyseliny v potravinách a pokrmech

Druh oleje	N MK	ME MK	PE MK	Převládající MK
Olivový olej	8 - 26	54 - 87	4 - 22	olejová, linolová, palmitová
Sójový olej	14 - 20	18 - 26	55 - 68	linolová, olejová, linolenová
Slunečnicový olej	9 - 17	13 - 41	42 - 74	linolová, olejová, palmitová
Sezamový olej	13 - 18	36 - 44	42 - 48	linolová, olejová, palmitová
Klíčkový olej	12 - 24	24 - 42	40 - 62	linolová, olejová, palmitová, linolenová
Řepkový olej (bezerukový)	5 - 10	52 - 76	22 - 40	olejová, linolová, linolenová
Lněný olej	10 - 12	18 - 22	66 - 72	linolenová, olejová, linolová

N MK – nasycené mastné kyseliny; ME MK - monoenové MK; PE MK - polyenové MK

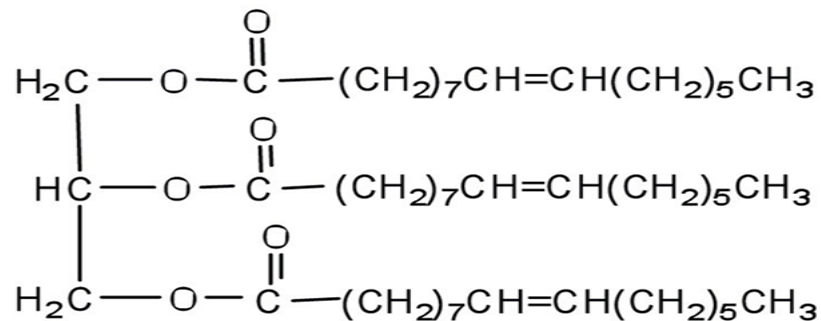
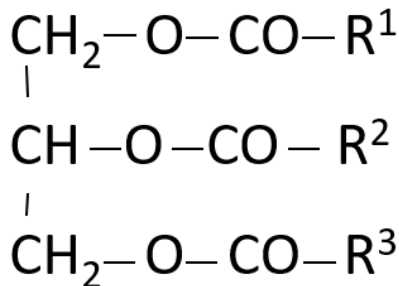


# Tuky (lipidy) v potravinách a pokrmech

- **Tuky a oleje:**
  - tuky (tuhé při teplotě okolí)
  - oleje (kapalné při teplotě okolí)
  - tvrdé (lůj), mazlavé tuhé (sádlo) látky a viskózní kapaliny (olej)
- složení: **estery glycerolu**
  - směs TAG, MAG, DAG, další látky
- **struktura:**
  - triacylglyceroly TAG (na glycerol vázány 3 MK)
  - parciální estery glycerolu (v potravě asi 1-10 %)
  - vázána 1 MK – monoacylglyceroly MAG
  - vázány 2 MK – diacylglyceroly DAG

# Tuky (lipidy) v potravinách a pokrmech

- Estery glycerolu :
- triacylglyceroly TAG = triglyceridy (vázány 3 MK)
  - v přírodních tucích nejčastější
    - jednoduché TAG: vázány stejné MK ( $R^1=R^2=R^3$ )
    - smíšené TAG: 2 nebo 3 různé vázané MK



# Tuky (lipidy) v potravinách a pokrmech

- **Obsah tuku v potravinách:**

<b>Potravina</b>	<b>Obsah tuku v %</b>
<b>Olej, pokrmový tuk, sádlo</b>	99 - 100
<b>Máslo, margarin</b>	83
<b>Maso</b>	10 - 50
<b>Sušené mléko, sýry</b>	30 - 40
<b>Olejniny, ořechy, mák (sója)</b>	40 - 50 (20)
<b>Obiloviny, luštěniny, chléb</b>	2 - 5
<b>Brambory, ovoce, zelenina</b>	1 - 5

# Tuky (lipidy) v potravinách a pokrmech

- **Obsah tuku v olejninách:**

Olejnína	Část rostliny	Obsah tuku v %	Produkt
Palma kokosová	semeno	63 - 68	kokosový tuk
<b>olejná</b>	semeno	50 - 60	palmojádrový tuk
	oplodí	45 - 55	palmový tuk
<b>Podzemnice</b>	semeno	45 - 55	arašídový olej
<b>Slunečnice</b>	semeno	22 - 36	slunečnicový olej
<b>Řepka</b>	semeno	40 - 47	řepkový olej
<b>Sója</b>	semeno	15 - 25	sójový olej
<b>Oliva</b>	semeno	30 - 45	olivkový olej
	oplodí	35 - 70	olivový olej

# Změny tuků (lipidů) v potravinách a pokrmech

- **Nejdůležitější reakce u tuků (především olejů), lipidů:**  
**„oxidační reakce“**
- **Autooxidace vzdušným kyslíkem (tripletovým  $^3\text{O}_2$ )**
  - nejběžnější při zpracování (technologickém, kulinárním) potravin a pokrmů, a skladování potravin
  - teplota místnosti: oxidují se nenasycené MK
  - vyšší teplota (pečení, smažení, pražení): oxidují se nenasycené MK a také i nasycené MK
  - **radikálová řetězová reakce** – 3 stupně
    - iniciace, propagace, terminace

# Změny tuků (lipidů) v potravinách a pokrmech

## Autooxidace vzdušným kyslíkem (tripletovým $^3\text{O}_2$ )

- **energie:** tepelná (záhřev)  
ozáření UV, VIS  
radioaktivní záření, rentgenové záření  
**MIKROVLNNÉ ZÁŘENÍ**
- **radikálová řetězová reakce**
  - radikálová → tvorba a reakce volných radikálů: MK, kyslíkových radikálů
  - řetězová → vznikají produkty (radikály MK), které zároveň iniciují další reakce a opakuje se až tisíckrát z jednoho radikálu)

# Změny tuků (lipidů) v potravinách a pokrmech

## Autooxidace vzdušným kyslíkem (tripletovým $^3\text{O}_2$ )

- **1) iniciace**  $\text{R-H} + \text{energie} \rightarrow \text{R}\cdot + \text{H}\cdot$   
(teplota, UV, VIS, mikrovlny,...)
- **2) propagace**  $\text{R}\cdot + \text{O}_2 \rightarrow \text{R-O-O}\cdot$   
 $\text{R-O-O}\cdot + \text{R-H} \rightarrow \text{R}\cdot + \text{R-O-O-H}$   
hydroperoxid
- **3) terminace**  $2 \text{R-O-OH} \rightarrow \text{R-O-O}\cdot + \text{R-O}\cdot + \text{H}_2\text{O}$   
 $\text{R-O-O}\cdot + \text{R}\cdot \rightarrow \text{R-O-O-R}$   
 $\text{R}\cdot + \text{R}\cdot \rightarrow \text{R-R}$   
 $\text{R-O-O}\cdot + \text{R-O-O}\cdot \rightarrow \text{R-O-O-R} + \text{O}_2$

# Změny tuků (lipidů) v potravinách a pokrmech

- Autooxidace vzdušným kyslíkem (tripletovým  $^3\text{O}_2$ )
- inhibice (zpomalení, přerušování oxidační reakce):
  - nízká teplota
  - omezení přístupu vzduchu (kyslíku)
  - omezení přístupu světla (UV, VIS)
  - nepřítomnost těžkých kovů (Fe, Ni, Al, Cu)
  - přidavek inhibitorů reakce (antioxidanty,..)



# Změny tuků (lipidů) v potravinách a pokrmech

- Autooxidace vzdušným kyslíkem (tripletovým  $^3\text{O}_2$ )
- inhibitory:
  - **antioxidanty** (tokoferoly, fenoly – syntetické BHA, BHT, polyfenoly)
    - přerušování řetězové reakce, zpomalení
    - nebo zabránění zapojení iniciátorů
    - nebo volných radikálů do reakce
  - **retardéry** (sulfidy) – redukuje hydroperoxydy
  - **synergisty** (citrónová kyselina, askorbová kys., fosfolipidy)
    - zvyšují účinek antioxidantů

# Hodnocení tuků v potravinách a pokrmech

- **senzoricky**
  - hodnocení olejů, másla (chuť, na nosiči – rohlík apod., i samostatně)
    - vůně i po kulinárním zpracování
- **analyticky**
  - stanovení celkového obsahu tuku v potravině, pokrmu
    - akvametr (máslo), extrakcí s nepolárním rozpouštědlem za vyšší teploty
  - stanovení jednotlivých mastných kyselin – esenciálních, *trans*-nenasycených (chromatograficky)
  - stanovení žluklosti olejů, tuků a výrobků obsahujících tuky, hotových pokrmů po smažení, pečení, grilování
    - titračně

# Sacharidy v potravinách a pokrmech

- **SACHARIDY**
  - **MONO- a OLIGOSACHARIDY**
    - **CUKRY** (sladká chuť, podobné vlastnosti)
  - **POLYSACHARIDY**
- **význam ve výživě:**
  - **zdroj energie** - přeměna na glukózu
  - **vláknina**
    - složité sacharidy, které lidský trávicí trakt není schopen využít na energii
    - správná funkce trávicího traktu a vylučování

# Sacharidy v potravinách a pokrmech

- jedna z hlavních živin
- základní stavební jednotka mnoha buněk
- nejrozšířenější složka potravy (přírodně se vyskytující, dodané do potravin, pokrmů)
  - živočišné tkáně málo, rostlinné pletiva: 85–90 % sušiny
- organoleptické vlastnosti (chuť, vzhled, textura)
- zdroj energie  $17 \text{ kJ.g}^{-1}$
- doporučení: 55 % přijímané energie
- značně reaktivní složky potravin

# Sacharidy v potravinách a pokrmech

- **dělení podle**
  - **počtu cukerných jednotek:**
    - monosacharidy (1 sacharidová jednotka)
    - oligosacharidy (2-10 stejných i různých monosacharidových jednotek)
    - polysacharidy (víc než 10 monosacharidových jednotek – až desetitisíců)
  - **počtu uhlíků v sacharidové jednotce:**
    - triózy, tetrózy, pentózy, hexózy,...
    - polyhydroxy**aldehydy**, polyhydroxy**ketony** (alespoň 3 alifaticky vázané uhlíky)

# Sacharidy v potravinách a pokrmech

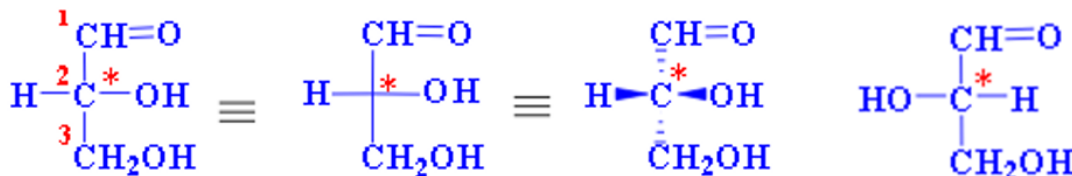
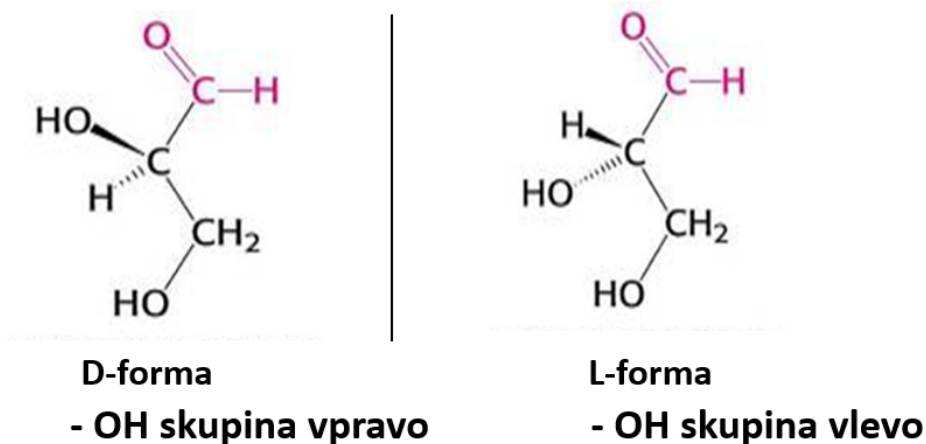
- **sacharidy:**
  - polyhydroxyaldehydy
  - polyhydroxyketony
  - alespoň 3 alifaticky vázané uhlíky v molekule
- **dělení podle funkční skupiny:**
  - aldózy (**aldehydová skupina**) – název sacharidu dle skupiny a počtu uhlíků, např. aldopentóza (ribóza),..
  - ketózy (**ketonová skupina**) –např. ketohexóza (fruktóza),..

# Sacharidy v potravinách a pokrmech

- **aldózy**: nejjednodušší sacharid se 3 uhlíky:
  - **glyceraldehyd**
    - 2 optické izomery: D-(+), L-(-)
    - má chirální pozici na uhlíku (čtyři různé substituenty)
- opticky aktivní látky - schopné stáčet rovinu polarizovaného světla
  - (+) – stáčí světlo doprava
  - (-) – stáčí světlo doleva
- **D-(+), L-(-)** – **zrcadlové obrazy** (u všech chirálních center)

# Sacharidy v potravinách a pokrmech

- aldózy: D-(+), L-(-) – zrcadlové obrazy (u všech chirálních center)



Velíšek, J., & Hajšlová, J. (2009). Chemie potravin I. Tábor: Osis

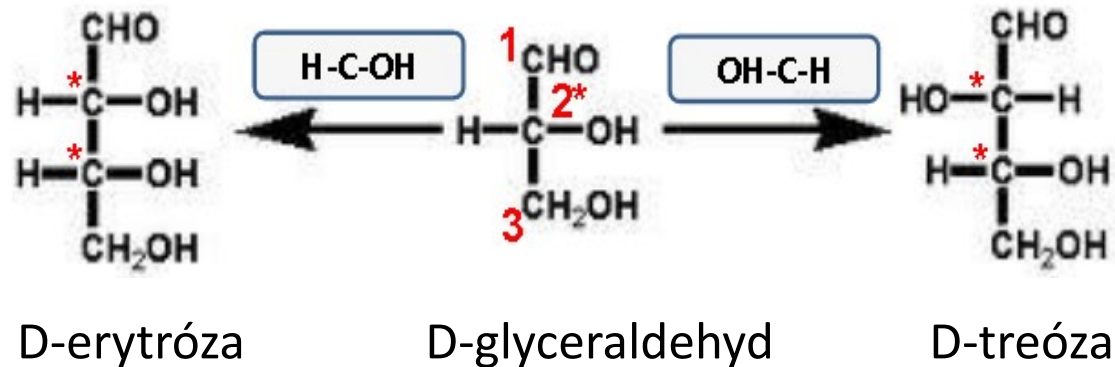
Velíšek, J. (2002). Chemie potravin 1. Tábor: Osis

Belitz, H.-D., Grosch, W., & Schieberle, P. (2009). Food Chemistry. Berlin, Heidelberg: Springer-Verlag



# Sacharidy v potravinách a pokrmech

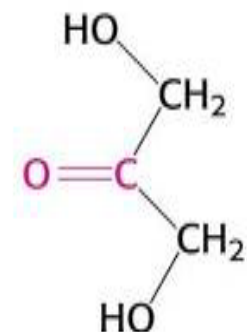
- **aldózy** - triviální názvy
  - aldotetrózy (odvozené od glycerinaldehydu)
    - D,L-erytróza, D,L-treóza



- aldopentózy: nejvýznamnější D-ribóza, D-arabinóza
- aldohexózy: nejvýznamnější **D-glukóza**, D-galaktóza

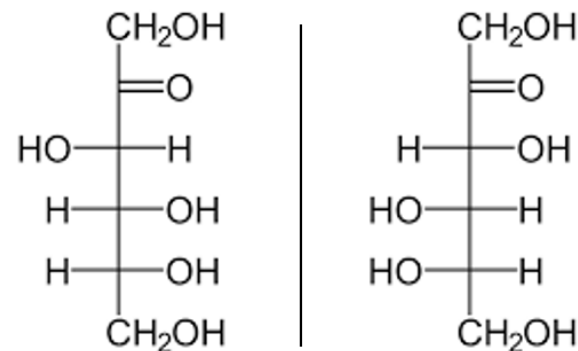
# Sacharidy v potravinách a pokrmech

- - **ketózy**: nejjednodušší: 1,3-dihydroxyacetón  
– opticky neaktivní  
(jen jedna forma)
- ketohexózy: nejvýznamnější



## D-fruktóza

- D-fru/L-fru – **zrcadlové obrazy**  
(u všech chirálních pozic)



# Sacharidy v potravinách a pokrmech

- **Cyklické struktury:**
- spontánně: energeticky výhodnější
  - intramolekulární adicí hydroxylové skupiny na karbonylovou skupinu sacharidů
- **struktura**
  - 6-členný cyklus: pyranózy
  - 5-členný: furanózy
  - 7-členný: septanózy
  
  - vznik nového chirálního centra (C1 u aldóz, C2 u ketóz)
    - anomery ( $\alpha$ ,  $\beta$ )
    - konfigurace vůči chirálnímu C určujícímu D, L-konfiguraci ( $\alpha$ - stejná konfigurace,  $\beta$ -opačná)

# Sacharidy v potravinách a pokrmech

## Cukry

- krystalický stav: cyklické struktury ( $\alpha$ -,  $\beta$ - anomery)
- **rozpuštění**: rovnováha mezi oběma formami → **mutarotace**
  - složení rovnovážné směsi
    - druh rozpouštědla
    - pH prostředí
    - teplota
- **rovnovážný roztok D-glu (20 °C)**
  - 33%  $\alpha$ -D-glukopyranózy a 67%  $\beta$ -D-glukopyranózy
  - furanózní formy < 1%

# Sacharidy v potravinách a pokrmech

## VÝSKYT MONOSACHARIDŮ

- **ovoce** – druh, stupeň zralosti, skladování, zpracování
  - D-glu (hroznový cukr) – 0,5-32%
  - D-fru (ovocný cukr) – 0,4-24%
  - datle (32%, 24%), hrozny (8,2%, 8%), banány (5,8%, 3,8%)
- **živočišné produkty**
  - med – fru (38%), glu (31%)
  - maso a masné výrobky – zrání masa, estery MS (glukosa-6-fosfát), glu
  - mléko a mléčné výrobky – málo (glu)
  - vejce – bílek: glykoproteiny, glu
- **zelenina** – glu, fru (cibule, rajčata)
- **cereálie** – málo (hydrolýza škrobu - glu)

# Sacharidy v potravinách a pokrmech

## VÝSKYT SACHARIDŮ

Potravina	Obsah S celkem (%)	Obsah vlákniny (%)	Hlavní sacharidy
Maso	0,1	--	ribosa, MS, glykogen
Mléko / sýry, tvaroh	5 / 2	--	laktosa
Mouka / chléb	75 / 50	1 / 2	škrob
Mléčná čokoláda	55	--	laktosa
Ovoce	5-25	0,5	MS (kromě banánů)
Zelenina	5-60	0,5 – 5	PS
Brambory	20	0,5	škrob

# Sacharidy v potravinách a pokrmech

## OLIGOSACHARIDY

- 2–10 molekul MS vázaných glykosidovou vazbou
  - di-, tri-, tetra-, ... deka sacharidy
- spojení více pyranóz, furanóz, i vzájemně
- **VZNIK:** kondenzace (spojení) hydroxylové skupiny jednoho MS s hydroxylovou skupinou jiného MS
  - vazba 2 poloacetalových (na novém chirálním centru) hydroxylových skupin  
→ **neredukující DS**
  - jiné případy: 1 poloacetalová (nové chirální centrum) a jiná hydroxylová skupina  
→ **redukující DS**
- **triviální názvy** (u běžných OS)

# Sacharidy v potravinách a pokrmech

- **Maltóza: glukooligosacharid** – glukóza (jediný MS)
- O- $\alpha$ -D-glukopyranosyl-(1 $\rightarrow$ 4)-D-glukopyranóza  
– vazba:  $\alpha$ -(1 $\rightarrow$ 4)
- sladový cukr
  - produkt enzymové hydrolýzy škrobu – obiloviny: mouka  $\rightarrow$  chléb (enzymy *Sacch. cerevisiae*), klíčící semena (ječmen, slad) – pivovarské kvasinky, med (3-16%), ovoce
  - cukr v krvi (insulin)



# Sacharidy v potravinách a pokrmech

- **Laktóza: galaktooligosacharid** – D-galaktóza + D-glukóza
- $\beta$ -D-galaktopyranosyl-(1 $\rightarrow$ 4)-D-glukopyranóza
  - vazba:  $\beta$ -(1 $\rightarrow$ 4)
  - mléčný cukr (mléko savců)
  - kravské mléko (4-5%), lidské mléko (5,5-7%)
  - výrobky obsahující mléko (mléčná čokoláda, smetanová zmrzlina, jogurty - méně)
- laktáza (děti, dospělí – problémy  $\Rightarrow$  jogurty)

# Sacharidy v potravinách a pokrmech

- **Sacharóza: fruktooligosacharid** – fruktóza + glukóza
- $\beta$ -D-fruktofuranosyl- $\alpha$ -D-glukopyranosid
  - vazba:  $\beta$ -(1 $\rightarrow$ 1)  $\Rightarrow$  neredukující disacharid
  - řepný, třtinový, palmový, datlový, javorový cukr
  - cukrová třtina: 12-26 %, cukrová řepa:15-20 %,
  - ovoce 8% (datle, hrozny), zelenina 0,1-12 %,
  - luštěniny 1-8 %
- **invertní cukr: směs D-glukózy a D-fruktózy**

# Sacharidy v potravinách a pokrmech

- **Trehalóza: glukooligosacharid** – glukóza (jediný MS)
- $\alpha$ -D-glukopyranosyl- $\alpha$ -D-glukopyranosid
  - vazba:  $\alpha$ -(1 $\rightarrow$ 1)  $\Rightarrow$  neredukující disacharid
  - droždí, houby (shiitake, hlíva, mladé žampiony), řasy hijiki, med
  - v tělech organismů (bakterie, kvasinky, červi, korýši, hmyz)
  - působení na tvorbu insulinu

# Sacharidy v potravinách a pokrmech

- **SLADKOST SACHARIDŮ**

Sacharid	Sladivost v %
D-glukosa	40 - 80
D-manosa	30 - 60
D-galaktosa	30 - 60
D-fruktosa	90 - 180
D-sacharosa (10% roztok)	100
invertní cukr	95 - 180
maltosa	30 - 60
laktosa	20 - 60
xylitol	90 - 120
D-glucitol	40 - 60
D-manitol	50 - 70

# Sacharidy v potravinách a pokrmech

## POLYSACHARIDY

- glykany, víc než 10 MS (2 a více různých MS)
- dělení
  - **podle původu**
    - PS rostlin (rostlinné gummy), mořských řas (agary), MO
    - PS živočichů (glykogen)
  - **podle zákl. funkcí**
    - **zásobní** (rezervní) – **využitelné** – škroby, glykogen, neškrobové PS
    - **stavební** (strukturní) – **nevyužitelné** - celulóza, hemicelulóza, pektiny → vláknina

# Sacharidy v potravinách a pokrmech

- **POLYSACHARIDY - ŠKROB**

- zásoba glukosy (plastidy, amyloplasty)
- škrob. zrna – tvar, rozměry (bramborový, fazolový, rýžový, hrachový, obilný, banánový)

- směs amylózy a amylopektinu – hm. podíl 1:3

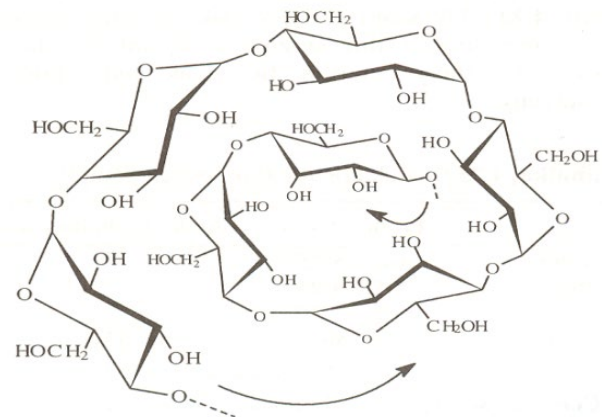
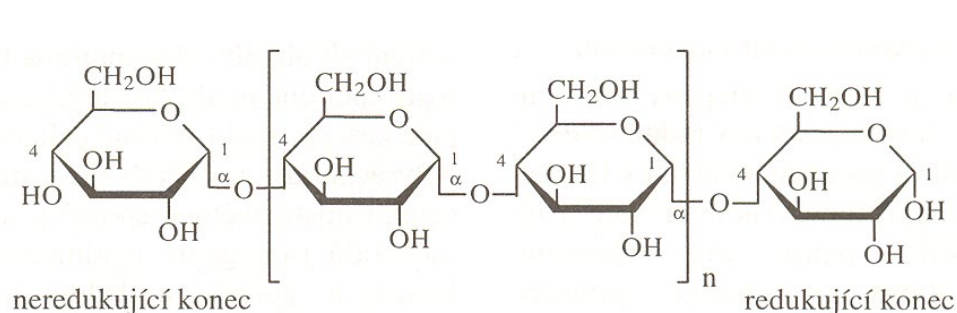
	Škrob (%)		Škrob (%)		Škrob (%)
pšenice	59 –72	oves	40 –56	amarant	48 –69
žito	52 –57	kukuřice	65 –75	fazole	46 –54
ječmen	52 –62	rýže	70 –80	brambory	17 –24

# Sacharidy v potravinách a pokrmech

- **POLYSACHARIDY - ŠKROB**
- **amylóza:** 1000–2000 glukozových jednotek (např. bramborový škrob 4500)
  - lineární  $\alpha$ -D-(1→4)-glukan (polymer maltózy) → vodíkové vazby
  - náhodně svinutá i helikální struktura (šroubovice)
  - rozpustná v H<sub>2</sub>O, záhřevem nemazovatí

# Sacharidy v potravinách a pokrmech

- POLYSACHARIDY – ŠKROB - amyulóza**



	Amylóza (%)		Amylóza (%)		Amylóza (%)
pšenice	24 –29	oves	25 –29	amarant	0 –22
žito	24 –30	kukuřice	24 –26	fazole	24 –33
ječmen	38 –44	rýže	8 –37	brambory	20 –23

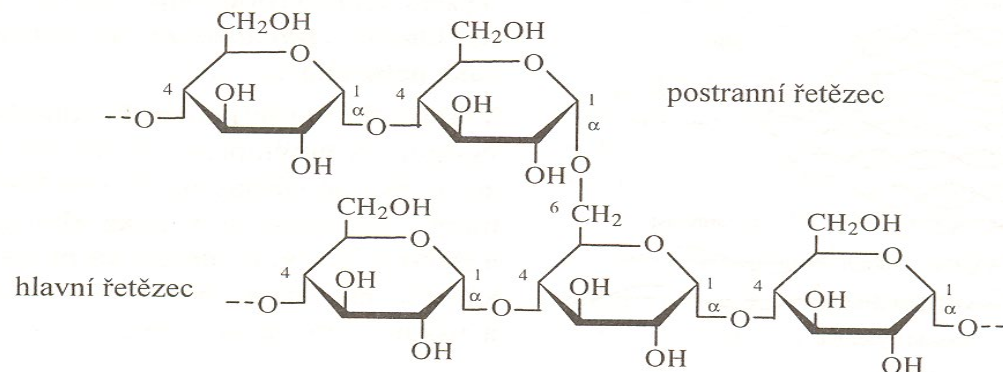


# Sacharidy v potravinách a pokrmech

- **POLYSACHARIDY - ŠKROB**

- **amylopektin:** 50 000–1 mil. glukózových jednotek

- vazba  $\alpha$ -(1→4) (polymer maltózy) a postranní řetězce
- $\alpha$ -(1→6): izomaltóza
- mnohonásobně větvená struktura
- nerozpustný v  $H_2O$ , záhřevem mazovatí  $\Rightarrow$  viskózní roztoky (ochlazení: gel)



Velíšek, J., & Hajšlová, J. (2009). *Chemie potravin I*. Tábor: Osis

Velíšek, J. (2002). *Chemie potravin 1*. Tábor: Osis

Velíšek, J. (2014). *The chemistry of food*. Chichester: Wiley

# Sacharidy v potravinách a pokrmech

- **POLYSACHARIDY - ŠKROB**
- **zdroje:**
  - brambory
  - obiloviny (pšenice, žito, ječmen, oves, kukuřice, rýže + pseudocereálie – amarant, pohanka)
  - luštěniny
  - jedlé kaštiny, ořechy, kešu
  - banány
  - sladké brambory (topinambury)
  - kasava (maniok, tapioka, juka)

# Sacharidy v potravinách a pokrmech

- **POLYSACHARIDY - ŠKROB**
- **vlastnosti:** škrobová zrna
  - 17% H<sub>2</sub>O, nerozpustné ve studené H<sub>2</sub>O
  - záhřev: **bobtnání** zrn (želatinační t (50-70°C) - druh škrobu, pH, a<sub>w</sub>, další složky) → **škrobový maz** - ochlazení škrobového mazu → **škrobový gel** (3-rozměrná síť zadržující vodu)
- **využití:** zahušťovadla a plnidla, náhrady tuků

# Sacharidy v potravinách a pokrmech

- **POLYSACHARIDY – CELULÓZA**
  - v přírodě nejrozšířenější organická sloučenina
  - **nerozpustná vláknina**
- lineární polymer (1500) D-glukozových jednotek vázaných  $\beta$ -(1→4), vodík. vazby  $\Rightarrow$  různé uspořádání třírozměrné struktury (**celulózové vlákna**)
- **výskyt:**
  - otruby 30-35 % (grahamové pečivo)
  - obiloviny 2-4 % (celozrnné obilné výrobky – slupka zrna)
  - luštěniny 2-4 % (slupka luštěnin)
  - ovoce a zelenina 1-2 % (slupky, dřevnaté části)
- **využití:** nekalorické zahušťovadlo, tvorba zákalů

# Změny sacharidů v potravinách a pokrmech

- **Karamelizace**

- hnědé až hnědočerné produkty – karamel
- termický rozklad - záhřev cukrů  $t > 120^{\circ}\text{C}$  (150-190°C)
- karamelová vůně – maltol, isomaltol
- barevné látky (hnědá barva)
- vznik nežádoucích sloučenin

- **suroviny:** sach, glu, fru

- **prům. význam:**

- barvení tekutých výrobků: pivo, alk. a nealk. nápoje (rum, medovina), ocet
- barvení: cukrovinek, pekařských a masných výrobků

# Změny sacharidů v potravinách a pokrmech

- **Reakce neenzymového hnědnutí = Maillardovy reakce**
  - nejvýznamnější a nejrozšířenější reakce během zpracování (vyšší teplota) a skladování →
- **reakce redukcí cukrů s aminosloučeninami**
  - sacharidy:
    - MS: glu, fru, rib (maso, masné výr.)
    - DS: laktóza, maltóza, sacharóza (neredukující DS): po hydrolýze na MS (glu, fru)
  - volné AMK

# Změny sacharidů v potravinách a pokrmech

- **Reakce neenzymového hnědnutí = Maillardovy reakce**
  - **vznik**
    - karbonylových sloučenin (senzoricky aktivní)
    - hnědých pigmentů (melanoidiny)
    - **aromatické l.** - žádoucí i nežádoucí
    - **hnědé zbarvení**
      - žádoucí – chlebová kůrka, pražená káva, smažená cibule
      - nežádoucí – sušené produkty (mléko, ovoce, zelenina)
- **nutriční hledisko** – snížení nutr. hodnoty (reakce s AMK esenciálními, limitujícími, sirnými AMK)

# Hodnocení sacharidů v potravinách a pokrmech

- **senzoricky**
  - **hédonické určení přijatelnosti** (sladká chuť, intenzita, synergické a antagonistické působení jiných chutí na sladkost potravin a hotových pokrmů)
- **analyticky**
  - stanovení obsahu cukrů – refraktometricky – rychlé určení refraktometrické sušiny
    - nápoje, sirupy, med
    - ponorné, ruční i automatické refraktometry
  - stanovení škrobu – polarimetricky (polarimetr)



# Bílkoviny v potravinách a pokrmech

- **Bílkoviny (proteiny)**
  - základní chemické složky živých buněk
  - zdroj dusíku pro organismus
  - zdroj energie (jen za určitých podmínek)
  - pro výživu člověka - **nutné** a **nenahraditelné**
- **struktura** – více než 100 aminokyselin v molekule, vzájemně vázané peptidovou vazbou (lineární řetězce)
- **biologické funkce** (strukturní, katalytická, transportní, pohybová, obranná, zásobní, senzorická, regulační)
- **STAVBA TKÁNÍ, OBNOVA TKÁNÍ**

# Bílkoviny v potravinách a pokrmech

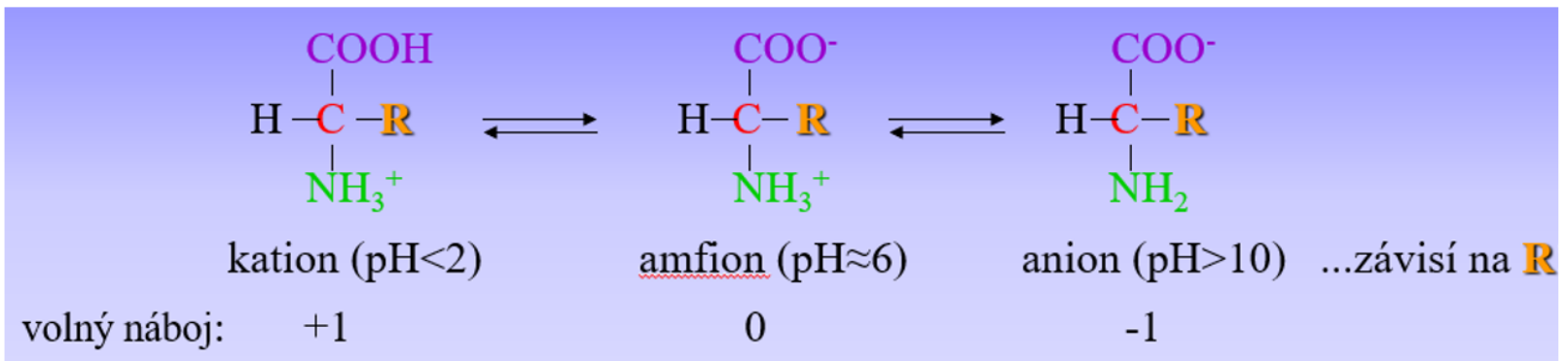
- **význam ve výživě: stavební materiál**
  - pro enzymy, hormony a protilátky
  - svalová hmota
- jedna z **hlavních živin** - bílkoviny jsou zdrojem **esenciálních aminokyselin** → **takové aminokyseliny (AMK)** , které si tělo člověka **nedokáže samo vytvořit**, musí je přijímat v potravě

# Aminokyseliny v potravinách a pokrmech

- biologické účinky, organoleptické účinky (chuť)
- zdroj energie - energetická výtěžnost: **17 kJ/g**
- **stavební jednotky peptidů, bílkovin**
- 700 různých AMK
- především ve vázané formě:
  - v bílkovinách (99 %) – **20 základních AMK**
  - v peptidech (do 1 %)
  - volné (do 1 %)

# Aminokyseliny v potravinách a pokrmech

- $$\begin{array}{c} \text{COOH} \\ | \\ \text{H} - \text{C} - \text{R} \\ | \\ \text{NH}_2 \end{array}$$
  $\text{R}$  – postranní řetězec – karboxylová skupina, aminoskupina, jiné (-OH skupina, -SH<sub>3</sub> skupina,..)
- neionizované formy  $\Rightarrow$  vnitřní soli (ionizovány)  $\Rightarrow$  + / - náboj

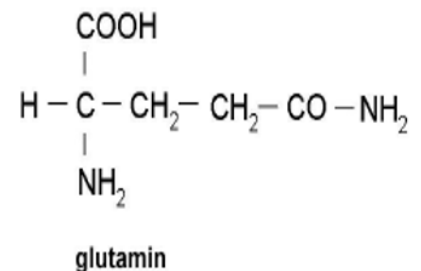
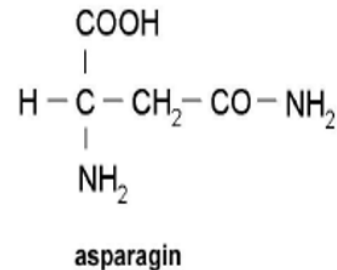
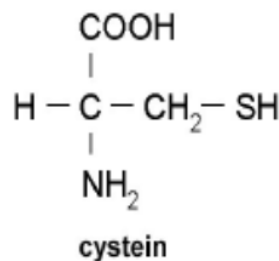
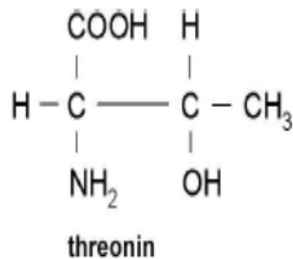
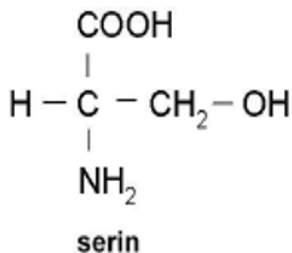


# Aminokyseliny v potravinách a pokrmech

- AMK nese zároveň kladný i záporný elektrický náboj → výsledný elektrický náboj je **nulový**
- **amfion** (vnitřní sůl, dipolární, obojetný ion)
  - **převládající forma** téměř všech AMK ve fyziologickém prostředí živočišných tkání a rostlinných pletiv
- v závislosti na **pH** – amfiony, kationy, aniony

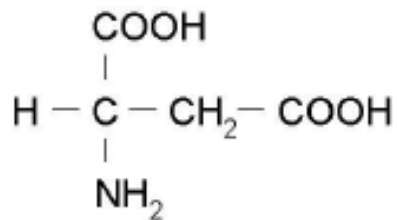
# Aminokyseliny v potravinách a pokrmech

- Dělení AMK:
- **1/ Hydrofilní aminokyseliny** (polární postranní řetězec)
  - neutrální (bez el. náboje v neutrálním prostředí)
  - **Ser, Thr, Cys, Asn, Gln**

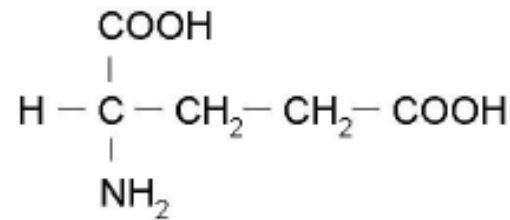


# Aminokyseliny v potravinách a pokrmech

- Dělení AMK:
- **1/ Hydrofilní aminokyseliny** (polární postranní řetězec)
  - kyselé (záporný (-) el. náboj v neutrálním prostředí)
  - **Asp, Glu**



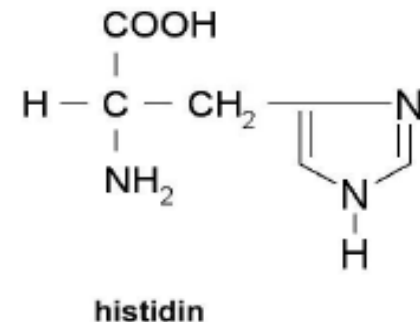
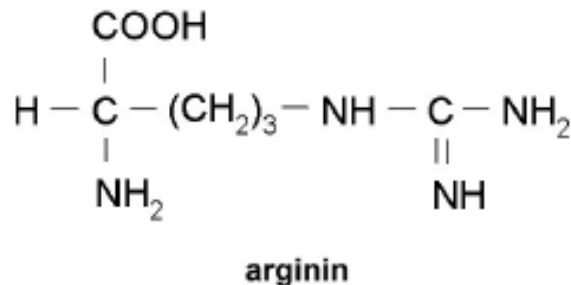
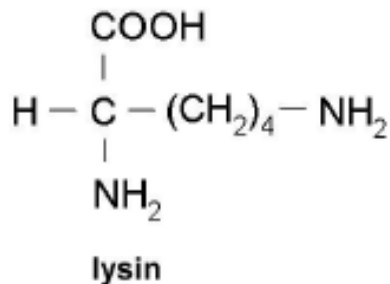
kyselina asparagová



kyselina glutamová

# Aminokyseliny v potravinách a pokrmech

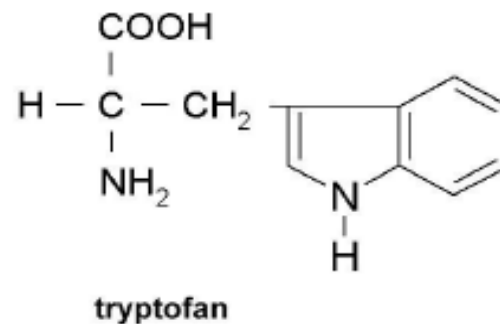
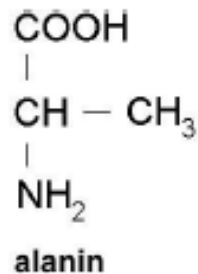
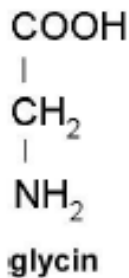
- Dělení AMK:
- **1/ Hydrofilní aminokyseliny** (polární postranní řetězec)
  - zásadité (kladný (+) el. náboj v neutrálním prostředí)
  - Lys, Arg, His





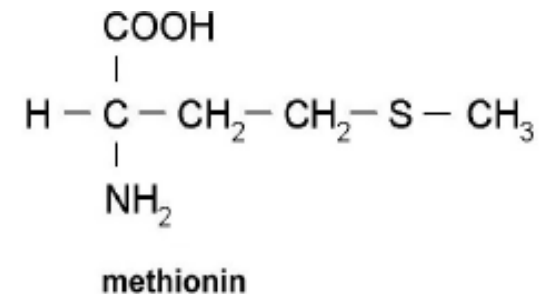
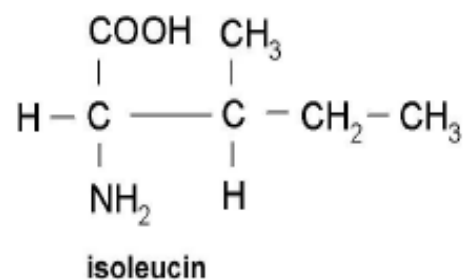
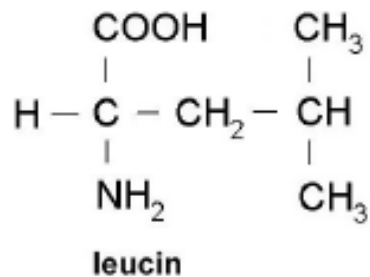
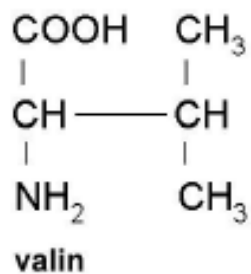
# Aminokyseliny v potravinách a pokrmech

- Dělení AMK:
- Přechodné aminokyseliny  
– Gly, Ala, Trp



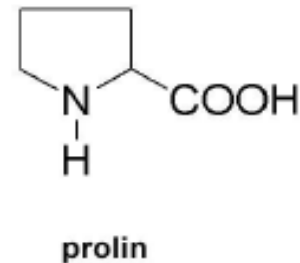
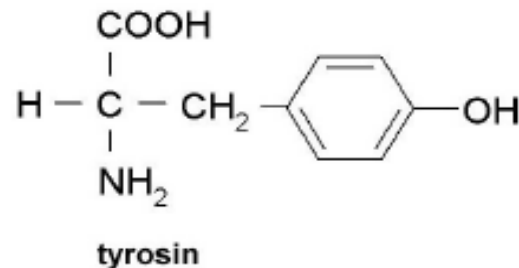
# Aminokyseliny v potravinách a pokrmech

- Dělení AMK:
- **2/ Hydrofobní aminokyseliny** (nepolární postranní řetězec)
  - Val, Leu, Ile Met Phe, Tyr, Pro



# Aminokyseliny v potravinách a pokrmech

- Dělení AMK:
- 2/ Hydrofobní aminokyseliny (nepolární postranní řetězec)
  - Val, Leu, Ile Met Phe, Tyr, Pro



# Esenciální aminokyseliny v potravinách a pokrmech

- **Esenciální AMK** - člověk není schopen syntetizovat ⇒ **strava**
- **přítomnost AMK** – pokud jedna chybí ⇒ nemožnost vytvořit požadovanou bílkovinu
- **množství jednotlivých AMK**, tj. vzájemný poměr z hlediska jejich využití pro stavbu bílkovin člověka

- **Val, Leu, Ile, Thr, Met, Lys, Phe, Trp**

- ✓ **Val** (maso, vejce, mléko, obiloviny)
- ✓ **Leu** (běžné potraviny)
- ✓ **Ile** (mléko, vejce, maso, obiloviny)
- ✓ **Thr** (maso, pivovarské kvasnice, vejce, mléko, obiloviny)

# Esenciální aminokyseliny v potravinách a pokrmech

- **Esenciální AMK** - člověk není schopen syntetizovat ⇒ **strava**
  - ✓ **Met** (živočišné bílkoviny, v rostlinných méně ⇒ kombinace)
  - ✓ **Lys** (živočišné bílkoviny, v rostlinných méně ⇒ kombinace)
  - ✓ **Phe** (běžné potraviny)
  - ✓ **Trp** (běžné potraviny)
- **Poloesenciální AMK (pro děti také)**
  - ✓ **Arg** (nejvíc: olejniný, všechny potraviny)
  - ✓ **His** (nejvíc: rybí maso, všechny potraviny)

# Aminokyseliny v potravinách a pokrmech

## Limitující AMK

- **nejmenší** množství **esenciální AMK** ve stravě (konkrétní potravině) vzhledem k jejich denní potřebě
- **určuje výživovou hodnotu stravy !!** (organismus nedokáže vytvořit dostatek požadovaných bílkovin)
- **problémy:**
  - **u striktních vegetariánů, veganů**
    - nedostatek **lysinu** (v obilovinách málo) a
    - nedostatek **metioninu** (v luštěninách málo)

# Aminokyseliny v potravinách a pokrmech

## Limitující AMK

- **vejce:** má všechny esenciální aminokyseliny
- **mléko, mléčné výrobky:** méně - metionin, cystein, isoleucin
- **maso:** vepřové a skopové - méně – serin
- **obiloviny:** méně - lysin, isoleucin
- **luštěniny, olejniny:** méně - metionin, cystein, tryptofan, isoleucin
- ⇒ **ŘEŠENÍ u striktních vegetariánů, veganů : SPRÁVNÁ KOMBINACE** potravin
  - kombinace **obilovin** (obsahují Met) s **luštěninami** (obsahují Lys)

# Aminokyseliny v potravinách a pokrmech

Obsah aminokyselin v cereálních a pseudocereálních (v g vztaženo na 16 g dusíku)

AA	pšenice	žito	ječmen	oves	rýže	kukuřice	proso	pohanka	amarant
Ala	3,6	4,3	4,0	4,5	6,0	7,5	7,9	4,7	3,4
Arg	4,6	4,6	4,7	6,3	8,3	4,2	5,3	9,8	7,4
Asx	4,9	7,2	5,7	7,7	10,3	6,3	8,0	8,9	8,3
Cys	2,5	1,9	2,3	2,7	1,1	1,6	2,4	2,4	1,4
Glx	29,9	24,2	23,6	20,9	20,6	18,9	18,6	17,3	15,4
Gly	3,9	4,3	3,9	4,7	5,0	3,7	3,8	5,0	8,7
His	2,3	2,2	2,1	2,1	2,5	2,7	2,4	2,1	2,3
Ile	3,3	3,5	3,6	3,8	3,8	3,7	4,1	3,4	3,6
Leu	6,7	6,2	6,7	7,3	8,2	12,5	9,6	5,9	5,3
Lys	2,9	3,4	3,5	3,7	3,8	2,7	3,4	3,8	5,0
Met	1,5	1,5	1,7	1,7	2,3	1,9	2,5	1,5	1,8
Phe	4,5	4,4	5,1	5,0	5,2	4,9	4,8	3,8	3,6
Pro	9,9	9,4	10,9	5,2	4,7	8,9	6,1	4,3	3,6
Ser	4,6	4,3	4,0	4,7	5,4	5,0	4,9	5,0	7,1
Thr	2,9	3,3	3,3	3,3	3,9	3,6	3,9	3,6	3,5
Trp	0,9	1,9	0,9	1,1	0,8	0,7	2,0	1,4	1,5
Tyr	3,0	1,9	3,1	3,3	3,5	3,8	3,2	2,4	3,4
Val	4,4	4,8	5,0	5,1	5,5	4,8	5,5	6,7	4,3
Celkem EAA <sup>1)</sup>	32,8	31,6	35,8	37,1	38,5	40,2	41,1	34,8	28,4
Celkem AA <sup>2)</sup>	96,5	92,0	94,6	93,3	101,2	97,5	98,1	93,3	89,4
EAAI (%) <sup>3)</sup>	68	75	78	79	76	55	67	76	76
AAS (%) <sup>4)</sup>	44	46	54	57	57	41	53	51	54
Limitující AA	Lys	Trp Ile	Lys Leu	Ile Lys	Ile Lys	Lys	Lys	Lys, Ile	Lys, Ile

EAA = esenciální aminokyseliny, <sup>2)</sup> AA = aminokyseliny, <sup>3)</sup> EAAI = index esenciálních aminokyselin, AAS = aminokyselinové skóre



# Aminokyseliny v potravinách a pokrmech

Obsah aminokyselin v luštěninách, olejninách a ořeších (v g vztaženo na 16 g dusíku)

AA	Sója	Čočka	Hrách	Fazole	Slunečnice	Arašídý	Sezam	Vlašský ořech	Lískový ořech
Ala	4,3	4,3	4,1	4,2	4,2	3,9	4,5	4,1	4,2
Arg	7,2	8,7	9,5	5,7	8,0	11,2	12,1	12,3	15,0
Asx	11,7	11,6	11,0	12,0	9,3	11,4	8,2	8,3	7,2
Cys	1,3	0,9	1,1	0,8	1,5	1,2	1,8	0,5	0,4
Glx	18,7	16,6	16,1	14,8	21,8	18,3	19,4	20,1	20,5
Gly	4,2	4,2	4,0	3,8	5,4	5,6	4,9	7,0	8,7
His	2,5	2,7	2,3	2,8	2,3	2,4	2,4	2,0	1,8
Ile	4,5	4,3	4,3	4,2	4,2	3,4	3,6	3,9	6,2
Leu	7,8	7,6	6,8	7,6	6,4	6,4	6,7	7,5	6,2
Lys	6,4	7,2	7,5	7,2	3,6	3,5	2,7	1,6	2,9
Met	1,3	0,8	0,9	1,1	1,9	1,2	2,8	1,3	0,8
Phe	4,9	5,2	4,6	5,2	4,4	5,0	4,4	4,1	3,6
Pro	5,5	4,3	3,9	3,6	4,5	4,4	3,7	4,7	5,6
Ser	5,1	5,3	4,3	5,6	4,3	4,8	4,7	6,1	9,6
Thr	3,9	4,0	4,1	4,0	3,7	2,6	3,6	2,7	2,7
Trp	1,3	1,5	1,4	1,4	1,4	1,0	1,0	1,0	1,1
Tyr	3,1	3,3	2,7	2,5	1,9	3,9	3,1	3,1	3,7
Val	4,8	5,0	4,7	4,6	5,2	4,2	4,6	4,4	6,4
Celkem EAA <sup>1)</sup>	39,3	39,8	38,2	38,6	34,1	32,4	34,8	26,5	33,1
Celkem AA <sup>2)</sup>	98,5	97,4	93,4	90,9	93,9	94,2	94,7	94,5	106,7
EAAI (%) <sup>3)</sup>	62	41	50	47	93	69	63	60	35
AAS (%) <sup>4)</sup>	47	31	37	34	56	43	43	24	22
Limitující AA	Met Val	Met Trp	Met Trp	Met Trp	Met Lys	Met Ile	Lys Ile	Met Lys	Met Lys

EAA = esenciální aminokyseliny, <sup>2)</sup> AA = aminokyseliny, <sup>3)</sup> EAAI = index esenciálních aminokyselin, AAS = aminokyselinové skóre

# Peptidy v potravinách a pokrmech

- **polymery AMK**

- sloučeniny z alespoň 2 AMK (dipeptidy, tripeptidy, tetrapeptidy, ...)
- karboxylová skupina 1 AMK vázaná na aminovou skupinu 2 AMK
- peptidová vazba **-CO-NH-** i jiné vazby

## Dělení peptidů:

- počet vázaných AMK:

- oligopeptidy (2-10 AMK)
- polypeptidy (11-100 AMK)

- typ řetězce:

- lineární (s N-koncovou AMK, C-koncovou AMK)
- cyklické (bez volných koncových AMK)

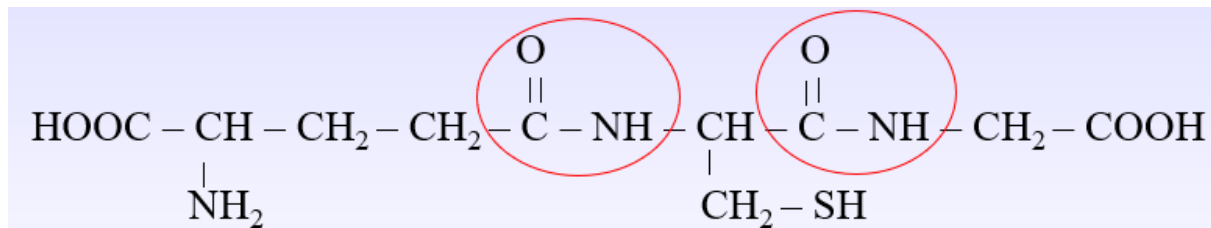
# Peptidy v potravinách a pokrmech

- **významné peptidy**

- hormony (inzulín - lin. peptid), antibiotika (nisin), toxické látky (muchomůrky - amatoxiny, včelí jed - melitiny)

- **glutation (tripeptid)**

- kofaktor některých enzymů, **antioxidant**
- koenzym enzymu glutationperoxidázy
- syntéza a oprava nukleových kyselin v organismu, při vzniku bílkovin, transportu aminokyselin, odstraňování toxinů a karcinogenů, správná funkce imunitního systému



# Bílkoviny v potravinách a pokrmech

- rostliny – syntetizují si vlastní bílkoviny
- živočichové - **potrava**, trávení → AMK; syntéza vlastních specifických bílkovin)
- Doporučení: 50% živočišných + 50% rostlinných bílkovin
- **potřeba**: 1-1,2 g/kg těl. hmotnosti
- **zvýšená potřeba** - 2 g/kg hmotnosti
  - v období růstu - **malé děti** až **mládež** v období puberty
  - **kojící ženy** (1,5–2 g/kg hmotnosti)

# Bílkoviny v potravinách a pokrmech

## struktura:

- **jednoduché** (obsahují pouze AMK)
  - tvar molekuly:
    - globulární - oblý až kulovitý tvar
      - nepolární funkční skupiny uvnitř molekuly, polární tvoří vnější obal ⇒ **rozpustné ve vodě, nebo v zředěných roztocích solí**
    - fibrilární/vláknité (kolageny, keratiny, elastiny)
      - tvar makroskopických vláken
      - **nerozpustné** proteiny
  - rozpustnost závisí na: **struktura, rozpouštědle, pH roztoku, teplotě,...**

# Bílkoviny v potravinách a pokrmech

**původ:**

- **živočišný – 60 %**
  - maso,
  - mléko,
  - vejce
- **rostlinný**
  - obiloviny,
  - luštěniny,
  - olejniny (sója),
  - ovoce,
  - zelenina

# Bílkoviny v potravinách a pokrmech

- **BÍLKOVINY ŽIVOČIŠNÉ**

- vejce (**plnohodnotné**)

- mléko (**plnohodnotné**)

- mléčné výrobky (**plnohodnotné, téměř plnohodnotné**)

- svalovina masa (**téměř plnohodnotné**)

- „maso“

- kůže, chrupavky, kosti (**neplnohodnotné**)

- strojně oddělené maso (párky, salámy,..)

# Bílkoviny v potravinách a pokrmech

Potravina živočišného původu	Obsah v %
<b>Maso, masné výrobky:</b>	
Maso hovězí	13 - 27
vepřové	9 - 20
skopové	15 - 18
telecí	18 - 28
Vnitřnosti	10 - 23
Uzeniny	13 - 28
<b>Drůbež:</b>	
kuře, krůta	20
kachna, husa	16
<b>Zvěřina</b>	21 - 24
<b>Ryby</b>	16 - 29
<b>Mléko, mléčné výrobky:</b>	
Mléko kravské	3
Tvaroh	18 - 20
Sýry měkké	12 - 20
tvrdé	24 - 40
Máslo	0,5
<b>Vejce slepičí: - bílek</b>	11
- žloutek	17



# Bílkoviny v potravinách a pokrmech

- **BÍLKOVINY ROSTLINNÉ**

- méně hodnotné, samostatně neplnohodnotné
- obiloviny (cereálie)
- luštěniny
- olejniný (semena – ořechy, slunečnice, len, mák)
- **jejich kombinace** - kompletní spektrum nepostradatelných aminokyselin
- **netradiční zdroje** - řasy *Chlorella*, červi, kobylky, hadi,...

# Bílkoviny v potravinách a pokrmech

Potravina rostlinného původu	Obsah v %
<b>Obiloviny, cereální výrobky:</b>	
Mouka pšeničná	8 - 13
žitná	5 - 12
Rýže bílá / hnědá	7,5 / 7,6
Chléb žitnopšeničný	5 - 12
Bílé pečivo	7 - 10
Těstoviny	10 - 12
<b>Luštěniny, olejniny, ořechy:</b>	21 - 45
Mák	45
Sójové boby	16
<b>Brambory</b>	2
<b>Zelenina:</b>	
plodová, košťálová	1 - 2
listová	1 - 4
kořenová	1 - 3
<b>Ovoce</b>	0,3 – 1,5
Droždí	10,6
Kakaový prášek	18
Čokoláda	5-8
Houby	2,6

# Bílkoviny v potravinách a pokrmech

## Bílkoviny - vejce

- vysoká nutriční hodnota, proteiny bílku a žloutku
- **plnohodnotné – 100 % bílkovina** (obsahuje všechny esenciální AMK)
- proteiny bílku - 40 různých proteinů - globuliny, glykoproteiny, fosfoproteiny
  - ovalbumin A (54 %) - sk. příbuzných sloučenin
  - skladování → ovalbumin S (denaturace při šlehání)
  - konalbumin - antimikrobní účinky
  - ovomukoid, ovomucin – viskozita a gelovitost
  - lysozym - (ovoglobulin G<sub>1</sub>), hydrolyzuje buněčné stěny G+ bakterií (peptidoglykan) - antimikrobní látka

# Bílkoviny v potravinách a pokrmech

## Bílkoviny - vejce

- proteiny žloutku
  - složené: glykoproteiny, lipoproteiny, glykofosfoproteiny
  - granule (kapky z proteinů, lipidů, minerálních látek, obal: LDL – low density lipoprotein)
  - HDL lipoproteiny - lipovitellin (sk. viteliny) – komplexy s fosvitinem (glykofosfoprotein)
  - plasma
    - lipovitellenin - LDL lipoprotein
    - livetiny (volné) – v H<sub>2</sub>O rozpustné

# Bílkoviny v potravinách a pokrmech

## Bílkoviny mléka a mléčných výrobků

- 2 typy proteinů:
  - kaseiny (80% mléčných proteinů),
  - syrovátkové (sérové) proteiny
- **plnohodnotné** (obsahují všechny esenciální AMK), závisí na typu výrobku
- kaseiny:
  - $\alpha_s$ -kaseiny – fosfoproteiny - 8 fosfoserinových zbytků (polární část) (42 %), postranní řetězce 199 AMK (nepolární)
  - $\beta$ -kaseiny – fosfoproteiny - 5 fosfoserinových zbytků, postranní řetězce 209 AMK zbytků
  - $\kappa$ -kaseiny – hydrolýza (výroba tvrdých sýrů, Emmental)

# Bílkoviny v potravinách a pokrmech

## Bílkoviny mléka a mléčných výrobků

- proteiny syrovátky – vysoká využitelnost = AMK jsou rychle a dobře stravitelné
  - termolabilní (pasterace, sterilace)
  - $\beta$ -laktoglobulin (9 %) – záhřev: denaturace
  - $\alpha$ -laktalbumin – součást některých enzymů
  - imunoglobuliny – účinnost protilátek
  - sérumalbumin

# Složení potravin

## Bílkoviny mléka a mléčných výrobků

- proteiny syrovátky

	% ze syrovátkových bílkovin	Benefity
$\beta$ -laktoglobulin	50 - 55 %	zdroj esenciálních a větvených AK, váže vitamin A
$\alpha$ -laktalbumin	20 - 25 %	zdroj esenciálních a větvených AK
Imunoglobuliny	10 - 15 %	významné zastoupení v kolostru, imunomodulace
Hovězí sérum albumin	5 - 10 %	zdroj esenciálních AK
Laktoferin	1 - 2 %	antimikrobiální účinky, účinek proti virům
Laktoperoxidáza		
Lysozym	0,5 %	inhibují růst bakterií
Glykomakropeptid	10 - 15 %	zdroj větvených aminokyselin, neobsahuje aromatické AK fenylalanin, tryptofan a tyrosin

# Bílkoviny v potravinách a pokrmech

## Bílkoviny masa

- především svalová tkáň (příčně pruhované kosterní svaly a srdeční sval, hladké svaly trávicího traktu a vnitřních orgánů)
- myofibrilární proteiny – svalové vlákna (61 %)
  - téměř plnohodnotné (obsahují téměř všechny esenciální AMK)
  - myosin, aktin, konnektin, tropomyosin, troponin, aktinin
    - svalové vlákno: myofibrily (kontrakce – svazky proteinů)
    - myosin - fibrilární část zformovaná do  $\alpha$ -helixu s globulární hlavicí (4 řetězce)
    - aktin - 1-řetězová globulární bílkovina (dvojvláknová šroubovice), na to je vázaný tropomyosin a troponiny
  - vážou vodu v mase



# Bílkoviny v potravinách a pokrmech

## Bílkoviny masa

- sarkoplasmatické proteiny
  - rozpustné bílkoviny sarkoplasmy
  - **téměř plnohodnotné**
  - enzymy, myoglobin, hemoglobin
- strukturní proteiny
  - pojivová tkáň (10 %), **nepĺnohodnotné** (nízká, žádná BH)
  - kolagen, elastin (strojně oddělené maso)
  - kolagen
    - vysoký obsah glycinu – až 30% z celkového obsahu aminokyselin
    - hydroxyprolin – až 12% z celkového obsahu
    - tryptofan - nulový obsah esenciální AMK

# Bílkoviny v potravinách a pokrmech

## Bílkoviny potravin rostlinného původu

- semena rostlin (obiloviny, luštěniny, olejniny)
- odlišné složení od živočišných bílkovin !!
- nízká nutriční hodnota (chybí některé esenciální AMK), ale **SPRÁVNÁ kombinace - téměř plnohodnotné bílkoviny**
- **Proteiny cereálií – obiloviny (8-13 %) - nejvýznamnější z rostlinných zdrojů – jíme často a ve větším množství**
  - pšenice (vnější části → vymletí (celozrnná))
    - glutenin (46 %) – disulf. vazby; gliadin (33 %) – gln, pro
    - **lepek** (gluten) - gluteniny (třírozměrná síť), gliadiny
    - **kvalita**: poměr těchto bílkovin

# Bílkoviny v potravinách a pokrmech

## Bílkoviny potravin rostlinného původu

- žito
  - albuminy, gliadiny a gluteliny
  - lepek: jiné viskoelastické vlastnosti než pšenice ⇒ jiná konzistence chleba
  - hybrid pšenice a žita: tritikale (vyšší obsah bílkovin)
- kukuřice - gliadiny (zein 50 %), gluteniny (zeanin), málo lys, trp
- rýže - gluteliny 80% (oryzenin)
- ječmen, oves, proso, čirok, pseudocereálie (amarant, pohanka, merlík)

# Bílkoviny v potravinách a pokrmech

## Bílkoviny potravin rostlinného původu

- proteiny luštěnin (20-45 %) - globuliny
  - hrách (legumin), fazole, čočka, sój. boby (glycinin) (**tofu**, sojové texturát), podzemnice (arachin), cizrna, mungo
- proteiny olejnin (20-35 %) - globuliny
  - slunečnice, mák, arašídy, mandle, ořechy, sezam
- netradiční zdroje
  - proteiny kvasinek (*Candida*)
  - proteiny bakterií, hub
  - řasy (*Chlorella*)
  - koncentráty a izoláty (olejninové šroty)

# Změny bílkovin v potravinách a pokrmech

- **Denaturace**
  - změna sekundární (**vodíkové vazby!**), terciární a kvartérní struktury bílkoviny
  - ↓ rozpustnost, ↑ viskozita
  - ztráta biologické aktivity a původní funkce proteinu
    - **fyz. faktory** – teplota (↑, ↓), tlak, záření (mikrovlnné, elektromagnetické)
    - **chem. faktory** – soli, kyseliny, zásady, pH, PAL
    - **mechanicky** – šlehání bílků

# Změny bílkovin v potravinách a pokrmech

- **Denaturace**
- nutriční hledisko:
- **žádoucí** (větší přístupnost k digestivním enzymům tráv. traktu)  
⇒ zvýšení využitelnosti proteinů
  - lepší vstřebání AMK (sirné AMK)
    - uvolňování vodíkových vazeb
- **nepříznivé** (snížení nutriční hodnoty, ztráty esenc. AMK, vznik nežádoucích sensoricky aktivních látek)

# Změny bílkovin v potravinách a pokrmech

- **Hydrolýza peptidových vazeb:**
  - štěpení bílkovin na poly- a pak oligopeptidy a nakonec až na AMK
    - enzymy, kyseliny (HCl), zásady (NaOH)
    - při zrání masa, těsta, výroba sladu, sójové omáčky
  - spontánní hydrolýza
    - *proteasy* (všechny potraviny)
    - skladování
  - téměř totální hydrolýza (min. kyseliny) → AMK, aminy (polévkové koření)

# Hodnocení bílkovin v potravinách a pokrmech

- analyticky – obsah bílkovin - metody stanovení „hrubé bílkoviny“
  - celkové dusíkaté látky v přepočtu na množství bílkovin
- molekulárně-biologické stanovení – PCR (polymerázová řetězová reakce) - metoda pro zjištění původu bílkoviny obsažené v potravinách a pokrmech (polotovarech apod.) na základě porovnání DNA (původ bílkovin – masných a z jiných zdrojů, falšování potravin využitím neuvedených, často levnějších typů bílkovinných zdrojů)



# Vitaminy v potravinách a pokrmech

- organické nízkomolekulární sloučeniny s různou chemickou strukturou
  - součást katalyzátorů biochemických reakcí
  - dělení podle společných **fyzikálních vlastností**:
    - **rozpuštěnost v H<sub>2</sub>O** (polární prostředí) – hydrofilní (9 vitaminů)
    - skupina vitaminů **B** (B-komplex), vitamin **C**
      - funkce: kofaktory enzymů v metabolismu NK, S, B, L
      - skladování: vůbec nebo jen minimálně

# Vitaminy v potravinách a pokrmech

– dělení podle společných **fyzikálních vlastností**:

- **rozpustnost v tucích** (nepolární prostředí) - lipofilní (4 vitaminy)
  - vitaminy **A, D, E, K**
  - skladování: játra
- **provitaminy** (prekurzory vitaminů)
- některé složky jen jako **biologicky účinné látky**
- **hypovitaminóza** – nedostatek vitaminu
- **avitaminóza** – úplný nedostatek vitaminu
- **hypervitaminóza** – nadměrný příjem vitaminu (u lipofilních - A, D)

# Vitaminy v potravinách a pokrmech

- vitamin **A** retinoidy + provitaminy A
- vitaminy **B-komplexu**
  - B<sub>1</sub> tiamin
  - B<sub>2</sub> riboflavin (ovoflavin, laktoflavin, vitamin G)
  - B<sub>3</sub> nikotinamid (niacin, vitamin PP)
  - B<sub>5</sub> kyselina pantotenová
  - B<sub>6</sub> pyridoxin = pyridoxal, pyridoxol, pyridoxamin
  - B<sub>7</sub> biotin (vitamin H)
  - B<sub>9</sub> folacin (folát, kyselina listová)
  - B<sub>12</sub> korinoidy, kobalaminy
- vitamin **C** kyselina askorbová + kyselina dehydroaskorbová
- vitamin **D** cholekalciferol + ergokalciferol + provitaminy D
- vitamin **E** tokoferoly + tokotrienoly
- vitamin **K** fyllochinon, farnochinon, menachinon

# Vitaminy v potravinách a pokrmech

## Biologicky účinné látky

- neprokázán katalytický účinek v metabolismu člověka
- dostatečná syntéze v organismu
- řazení k jiným látkám (esenciální MK)
- **konkrétní sloučeniny:**
  - pangamová kyselina ( $B_{15}$ ) - kardiovaskulární onemocnění
  - L-karnitin ( $B_t$ ) – metabolismus lipidů
  - cholin – biosyntéza fosfolipidů
  - *myo*-inositol (B sk.) – ochrana jater
  - kys. fytová – antioxidant
  - koenzymy Q ( $Q_{10}$ ) – antioxidant

# Vitaminy v potravinách a pokrmech

## vitamin B<sub>1</sub> - tiamin

- METABOLIZMUS sacharidů a bílkovin
- množství - souvisí s množstvím sacharidů v potravě:  
1,2 mg/den
- **zdroje:**
  - pivovarské kvasnice, droždí, cereální výrobky
  - v otrubách ⇒ celozrnné produkty,
  - brambory, zelenina, luštěniny, ovoce,
  - maso (vepřové) a masné výr.,
  - mléko a mléčné výr., vejce
- **ztráty**
  - smažení (10-50%), vaření (těstoviny 40%)
  - dušení (50-70%), vymílání (ztráty 85%)

# Vitaminy v potravinách a pokrmech

## vitamin B<sub>2</sub> - riboflavin

- METABOLIZMUS sacharidů a bílkovin, tuků
- množství - 1,3–1,7 mg/den
- zdroje:
  - droždí, pivo, celozrnné výrobky,
  - zelenina,
  - mléko a mléčné výrobky (sýry), maso (vnitřnosti), vejce
  - živočišné zdroje - lepší resorpce
- **ztráty** hlavně po ozáření (UV) → tmavé lahve
  - vaření – výluh (těstoviny 35-55%, zelenina 30-40%), vymílání

# Vitaminy v potravinách a pokrmech

## vitamin B<sub>6</sub> – pyridoxin

- METABOLIZMUS bílkovin, tuků
- množství – 2 mg/den
- zdroje:
  - droždí, zelenina, celozrnné cereální výrobky, ovoce, luštěniny,
  - maso (vnitřnosti) a masné výrobky, mléčné výrobky, žloutek
- **ztráty**
  - vaření – výluh (těstoviny 30-50%),
  - pečení – 50%, vymílání,
  - konzervovaná a vařená zelenina (40-50%), ovoce (40%)

# Vitaminy v potravinách a pokrmech

## folacin (B<sub>9</sub>, B<sub>c</sub>)

- **deriváty tetrahydrofolové (listové) kyseliny**
- kofaktor enzymů v metabolismu AMK
- množství – 0,2-0,9 mg/den
- NEDOSTATKOVÝ VITAMIN
- zdroje:
  - droždí, houby, ořechy, zelenina, luštěniny,
  - celozrnné cereální výrobky, ovoce,
  - vejce, vnitřnosti (játra), sýry
- **ztráty**
  - výluhem, tepelným zpracováním (95%),
  - vaření, pečení, konzervace



# Vitaminy v potravinách a pokrmech

## vitamin B<sub>12</sub> - kobalamin

- METABOLIZMUS bílkovin, tuků
- množství – 3 µg/den
- NEDOSTATKOVÝ VITAMIN - snížený gastrický faktor  
→ tělo neabsorbuje vitamin
- zdroje:
  - maso (játra) a masné výrobky,
  - mléko a mléčné výrobky (sýry), vejce (žloutek)
  - rostlinné: jen celozrnné cereální výrobky, luštěniny
- **ztráty** - výluhem (55-70%)

# Vitaminy v potravinách a pokrmech

## vitamin C – kyselina askorbová a kyselina dehydroaskorbová

- patří k nejvýznamnějším ve vodě rozpustným antioxidantům (ochrana před oxidací vitamínu E a lipidů)
- tvorba kolagenu, vstřebávání a transport Fe, transport Na, Cl, Ca iontů, metabolismus cholesterolu
- množství – 60 mg/den (200 mg/den)
- zdroje:
  - brambory, zelenina, ovoce
  - nejbohatší: černý rybíz, paprika, květák, kapusta, brokolice, křen, kiwi, papája, grepy, jahody, (játra, mléčné výrobky)

# Vitaminy v potravinách a pokrmech

## vitamin C – kyselina askorbová a kyselina dehydroaskorbová

- fortifikace (přídavek do potravin) - syntetický vit. C
- **ztráty**
  - výluhem (pH – stabilní jen v kyselém pH, teplota, množství vody, kyslíku, zralost)
  - ovoce, zelenina (vaření, konzervace, skladování, mléčné kvašení (zelí ztráty až 50%)), loupání plodů (povrch. vrstvy)  
⇒ **vysokoteplotní krátkodobá sterilace, zmrazování**

# Vitaminy v potravinách a pokrmech

## vitamin A

- proti **šerosleposti**, METABOLIZMUS bílkovin
- množství – 1 mg/den
- zdroje:
  - živočišné: maso (játra, tresčí tuk), máslo, mléčné tučné výrobky, vejce, tuky
  - rostlinné: provitaminy A (karoteny, xantofyly) -zelenina (zelí, špenát, mrkev, oranžová rajčata), ovoce (meruňky), rostlinné oleje
  - fortifikace: oleje, margariny, mouka,  $\beta$ -karoten: barvivo
- **ztráty** - za vyšších teplot a přístupu vzduchu, světla

# Vitaminy v potravinách a pokrmech

## vitamin D

- METABOLIZMUS Ca, P (růst, struktura kostí), imunitní systém
- množství – 5  $\mu\text{g}/\text{den}$
- NEDOSTATKOVÝ VITAMIN (podzim, zima, jaro)
- zdroje:
  - houby, droždí, zelenina (mrkev, zelí),
  - tuk a maso mořských ryb, vejce, máslo, játra, mléčné výrobky (sýry), maso, mléko
- **ztráty** – oxidace (tepelné působení)

# Vitaminy v potravinách a pokrmech

## vitamin E

- nejvýznamnější **v tuku rozpustný** antioxidant
- ochrana nenasycených mastných kyselin v tucích a olejích
- chrání **strukturu všech buněk**
- prevence kardiovaskulárních chorob a rakoviny
- zpomaluje proces stárnutí organismu
- potřeba vitaminu: 15 mg/den
- potřeba jako antioxidant >200 mg/den

# Vitaminy v potravinách a pokrmech

## vitamin E

- zdroje:
  - rostlinné oleje (panenské) - z obilných klíčků, zelenina (kukuřice, špenát)
  - živočišné zdroje málo (máslo, sádlo, kuřecí tuk, ryby, játra)
  - fortifikace (přídavek do potravin) - syntetický  $\alpha$ -tokoferol (složka vit. E), přírodní směs d-tokoferolů (z rafinace olejů)
- **ztráty** - rafinace olejů (50-90%), smažení, pečení (vyšší teplota), sušení ovoce a zeleniny

# Vitaminy v potravinách a pokrmech

## Vitamin K

- esenciální faktor pro karboxylaci některých bílkovin, srážlivost krve
- 0,14 mg/den, absorpce 30-70%
- 50% - produkce střevní mikroflórou
- zdroje:
  - zelená listová zelenina (zelí, brokolice, špenát),
  - rostl. oleje (sójový, řepkový),
  - maso (játra) a masné výrobky
- **ztráty**
  - působení denního světla (olej – 50%/den),
  - smažení



# Hodnocení vitaminů v potravinách a pokrmech

- analyticky
  - vyšší obsah vitaminu – na základě barevné reakce s vitaminem spektrofotometricky
    - vitamin C – i titračně
  - vzhledem k nízkému obsahu vitaminů – hlavně přesné chromatografické metody
- mikrobiologicky
  - na základě potřeby vybraných vitaminů ( $B_1$ ,  $B_2$ ,  $B_6$ ) pro růst mikroorganismu – zjišťuje se množství přítomných mikroorganismů

# Přidatné látky v potravinách a pokrmech

- sloučeniny (s E kódy) nebo jejich směsi, které se **ZÁMĚRNĚ** přidávají do potravin **protože**:
- **prodlužují údržnost (trvanlivost, skladovatelnost)**
  - antimikrobní látky (konzervanty)
  - antioxidanty – proti oxidaci
- **upravují aroma (chuť, vůni)**
  - chuťové a vonné látky (syntetické, i přírodně identické přidávané do potravin)

# Přidatné látky v potravinách a pokrmech

- **upravují barvu**
  - barviva (syntetická, přírodní, pokud nebyly původně přítomny), bělidla
- **upravují texturu**
  - emulgátory, zahušťovadla (polysacharidy), želírující látky
- **zvyšují biologickou hodnotu**
  - některé vitaminy, minerální látky, esenciální AMK, esenciální MK

# Přidatné látky v potravinách a pokrmech

## Aditiva prodlužující údržnost

### 1. Antimikrobní látky - chrání před nežádoucími MO → konzervační prostředky

#### a) kyseliny a jejich deriváty:

- benzoová kyselina (E210) a soli benzoáty (E211-213)
  - proti kvasinkám, plísním, bakteriím, u kyselých potravin - při pH 4,5-6,3
- sorbová kyselina (E200), a sorbáty (E202,203)
  - proti kvasinkám, plísním, některým bakteriím

# Přídavné látky v potravinách a pokrmech

## 1. Antimikrobní látky

### a) kyseliny a jejich deriváty:

#### – syntetické:

- parabeny (estery p-hydroxybenzoové kys.) (E214-219)
  - R: metyl, etyl, propyl, butyl, heptyl
  - účinnost → → → → pachutě
- v H<sup>+</sup>, mírně OH<sup>-</sup> (proti plísním, kvasinkám, G+ bakteriím)

- **mravenčí kyselina** – proti kvasinkám, bakteriím;  
**octová kyselina** (jako okyselující l.) – proti kvasinkám,  
bakteriím; **mléčná kyselina** – proti bakteriím

# Přidatné látky v potravinách a pokrmech

## 1. Antimikrobní látky

b) antibiotika - bakteriociny: polypeptidová ATB  
bakterií mléčného kvašení:

- nisin (E234) - proti G+ bakteriím
- natamycin (E235) – proti P, K

c) SO<sub>2</sub> a siřičitany (E221-228)

- H<sup>+</sup>, K, octové a mléčné B, P (účinnost jednotlivých sloučenin různá)

d) dusitany (E249,250) – inhibice *Cl. botulinum* –  
nesterilní masné výrobky (pH)

# Přidatné látky v potravinách a pokrmech

## 1. Antimikrobní látky

– **přírodní antimikrobní látky** (neuvádí se jako  
přidatné látky):

- sůl (NaCl), sacharóza – snížení  $a_w$
- přírodní antimikrobní látky
  - fenolové sloučeniny (barevné látky)
  - terpenoidní látky: složky koření – pepř (piperin), paprika (kapsaicin), česnek (alilin), křen (glukosinoláty), šalvěj a jiné byliny

# Přídavné látky v potravinách a pokrmech

## 2. Antioxidanty

- chrání před oxidací (žluknutí tuků, vonných látek)
- reakce s volnými radikály, vazba kovů do komplexů, eliminace O<sub>2</sub>

- **syntetické antioxidanty:**

- BHA butylhydroxyanisol (E320) – oleje, synergie BHT, galláty
  - *carry-through effect* (účinnost i po tepel. zpracování)
- BHT butylhydroxytoluen (E321) – živ. tuky
- TBHQ terc. butylhydrochinon (E319) – CTE, tuky na smažení
- galláty (estery gallové kys.) (E310-312) (živ. tuky)



# Přidatné látky v potravinách a pokrmech

## 2. Antioxidanty

– vitamin C (304), vitamin E (306-309)  
= fenolové antioxidanty (AO)

– **přírodní AO** - fenolické látky

- byliny a koření (rozmarýn, šalvěj, oregano, tymián)
- obiloviny a olejniny (ovesná mouka, sezam, olivy)
- zelenina (cibule, paprika,...)
- ovoce (barevné ovoce)

# Přidatné látky v potravinách a pokrmech

- **Aditiva upravující aroma**

- 1. Vonné a chuťové látky**

- dodávají aroma, které by potravina jinak neměla
- přírodní aromatické látky (izolace z přírodních materiálů) – stabilita, cena
  - přírodní vanilin z vanilkového lusku
- přírodně identické (syntézy látek identických s přírodními)
  - syntetizovaný vanilin
- syntetické
  - etylvanilín (v přírodě se nevyskytující)

# Přidatné látky v potravinách a pokrmech

- **Aditiva upravující aroma**

## 2. **Náhradní sladidla – látky s vyšší sladivostí než cukry**

- cukerné alkoholy (sorbitol, xylitol, maltitol, laktitol)
- **syntetické**
  - Aspartam E951 (L-aspartyl-L-fenylalanin) (slad. 100-200x)
  - Acesulfam K E950 (80-250x) – pachutě
  - Sacharin E954 (200-700x) – pachutě
  - Sukralosa (chlorgalaktosacharosa) (600)
- **přírodní**
  - glycyrrhizin (lékořice) (50x)
  - steviosid (*Stevie sladká*) (100-300x)
  - thaumatin (proteiny - africké ovoce) (2000-3000x)

# Přidatné látky v potravinách a pokrmech

- **Aditiva upravující aroma**

## **3. Intenzifikátory aroma**

- **zvýrazňují (modifikují) původní aroma**
  - monosodná sůl L-glutamové kys. E620-625 (chuť umami)
    - koncentrace 0,05-0,8% (masové a zeleninové výrobky)
  - synergismus s 5'-ribonukleotidy (snížení aditiva 10x)
- **5'-nukleotidy:**
  - IMP inosináty E630-633
  - GMP guanyláty E626-629

# Přidatné látky v potravinách a pokrmech

- **Aditiva upravující barvu**

- **Barviva**

- dodávají (modifikují) barvu potravin
    - přírodní barviva (karoteny, chlorofyly, anthokyany) a přírodně identické (vyrobené synteticky)
    - syntetické – POUZE rozpustné v H<sub>2</sub>O
      - azobarviva (mono, bis, tris) – žluť SY E110, azorubin E122, černě BN E151
      - cholinové – cholinová žluť E104
      - trifenylmethanová – brilantní modř E133, zeleň S E142
      - nitrobarviva

# Přidatné látky v potravinách a pokrmech

- **Aditiva upravující texturu**

## **1. Zahušťovadla, želírující prostředky**

- vytváření a udržení žádoucí textury (zvýšení viskozity, tvorba gelů)
- přírodní polysacharidy (škrob, celulóza),
- polysacharidy mořských řas (agary, karagenany, algináty)
- modifikované (upravené podle požadavků výrobců) škroby a celulózy

# Přidatné látky v potravinách a pokrmech

- **Aditiva upravující texturu**
- 2. **Emulgátory** – povrchově aktivní látky
  - snížení povrchového napětí 2 fází, vznik emulzí
  - **lipofilní část** (zbytky MK)
  - **hydrofilní** (polární složky) - estery glycerolu, estery sacharózy, hydroxykyseliny (mléčná, vinná), **lecitin**
- **Lecitin E322**
  - fosfatidylcholin - mozek, vejce (žloutek)
    - soja - sojový olej (z rafinace),
    - rostlinné oleje (slunečnicový,..)

# Hodnocení přídatných látek v potravinách a pokrmech

- **analytický** – každá skupina v rámci přídatných látek dle vlastností těchto látek
  - většinou malé množství – stanovení na základě barevné reakce s danou přídatnou látkou spektrofotometricky a přesnými chromatografickými metodami
  - některé přídatné látky i titračně





Financováno  
Evropskou unií  
NextGenerationEU



Národní  
plán  
obnovy

MSMT  
MINISTERSTVO ŠKOLSTVÍ,  
MLÁDEŽE A TĚLOVÝCHOVY

# Děkuji za pozornost

ADAPT UTB: Adaptabilní, Digitální, Agilní, Progresivní, Transformace UTB ve Zlíně  
reg. č. NPO\_UTB\_MSMT-16585/2022



Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně  
Fakulta technologická

# Seznam použitých zdrojů

- Kadlec P. a kol. (2008). *Technologie potravin I*. VŠCHT Praha, 300 s. ISBN 978-80-7080-509-1.
- Velíšek, J., & Hajšlová, J. (2009). *Chemie potravin I*. Tábor: Osis, 580s.
- Velíšek, J., & Hajšlová, J. (2009). *Chemie potravin II*. Tábor: Osis, 623s.
- Velíšek, J. (2002). *Chemie potravin 1*. Tábor: Osis, 344s.
- Velíšek, J. (2002). *Chemie potravin 2*. Tábor: Osis, 304s.
- Velíšek, J. (2002). *Chemie potravin 3*. Tábor: Osis, 344s.
- POKORNÝ, J.; VALENTOVÁ, H.; PANOVSÁ, Z. (1998). *Sensorická analýza potravin*. Praha: VŠCHT. ISBN 80-7080-329-0.
- HÁLKOVÁ, J., RUMÍŠKOVÁ, M., RIEGLOVÁ, J. (2001). *Analýza potravin*. Újezd u Brna: I. Straka
- HORÁČKOVÁ, Šárka, Jana DOSTÁLOVÁ, Dana GABROVSKÁ, et al., 2021. *MLÉKO A MLÉČNÉ VÝROBKY: rozdíly a souvislosti s výrobky rostlinnými* [online]. Praha: Potravinářská komora České republiky [cit. 2023-06-09]. ISBN 978-80-88019-43-5. Dostupné z: [https://www.foodnet.cz/images/Mlko\\_a\\_mln\\_vrobky\\_-\\_rozdy\\_a\\_souvislosti\\_s\\_vrobky\\_rostlinmi.pdf](https://www.foodnet.cz/images/Mlko_a_mln_vrobky_-_rozdy_a_souvislosti_s_vrobky_rostlinmi.pdf)
- Belitz, H.-D., Grosch, W., & Schieberle, P. (2009). *Food Chemistry*. Berlin, Heidelberg: Springer-Verlag
- ODSTRČIL, J., ODSTRČILOVÁ, M. (2006). *Chemie potravin*. Brno: NCO NZO, ISBN 978-80-7013-435-1
- Velíšek, J. (2014). *The chemistry of food*. Chichester: Wiley