

# Barva masa, maso jako funkční potravina



Daniel Bureš

[buress.daniel@vuzv.cz](mailto:buress.daniel@vuzv.cz)

# Program

## Barva masa

- Jak barvy vnímáme
- Postmortální změny
- Hodnocení barvy
- Faktory ovlivňující barvu masa

## Maso jako funkční potravina

# Barva masa

- Barva potravin je jednou ze senzoričkých charakteristik, která při rozhodování o jejich výběru hraje pro rozhodující roli
- konzumenti posuzují barvu masa jako atribut čerstvosti a prospěšnosti pro lidské zdraví



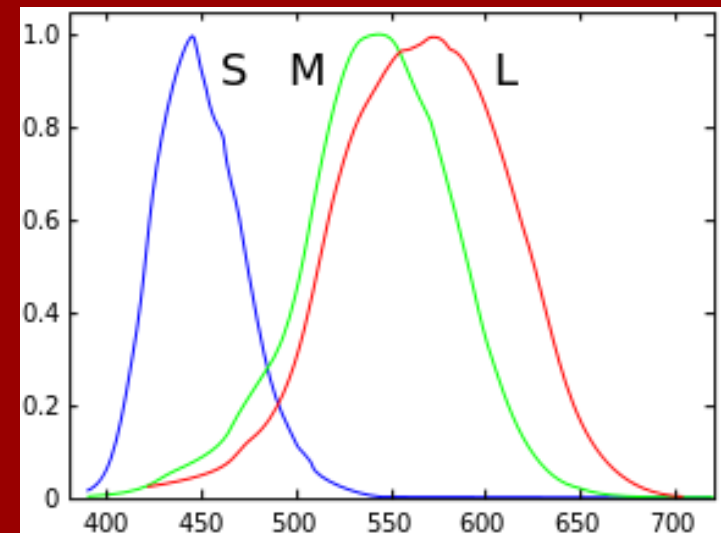
# Barva

- Z fyzikálního hlediska se jedná o vlastnost
- Barva je kvalita povrchu hmoty  
různý materiál pohlcuje určitou část spektra a určitou část odráží
- Barva je vjem vytvářený viditelným světlem dopadajícím na sítnici lidského oka.
- Barevné vidění lidského oka zprostředkují receptory zvané čípky trojího druhu – citlivé na tři základní barvy: červenou, zelenou a modrou.



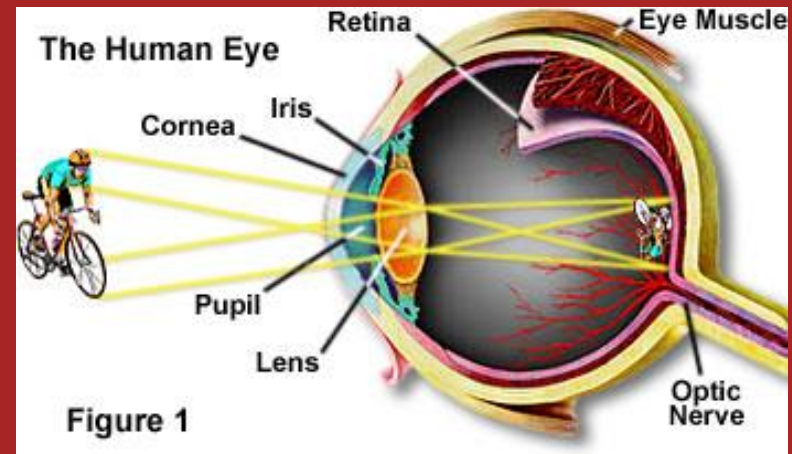
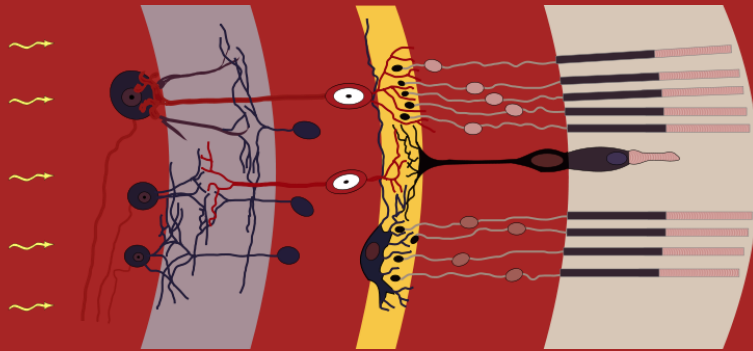
# Barva

Barva	Rozsah vlnových délek	Rozsah frekvencí
<u>červená</u>	~ 625–800 nm	~ 480–375 THz
<u>oranžová</u>	~ 590–625 nm	~ 510–480 THz
<u>žlutá</u>	~ 565–590 nm	~ 530–510 THz
<u>zelená</u>	~ 520–565 nm	~ 580–530 THz
<u>tyrkysová</u> (azurová)	~ 500–520 nm	~ 600–580 THz
<u>modrá</u>	~ 430–500 nm	~ 700–600 THz
<u>fialová</u> (purpurová, nachová)	~ 400–430 nm	~ 750–700 THz



# Princip vidění

- Proces vidění je zahájen když se čočka oka zaměří na určitý předmět a odražené světlo dopadne na sítnici



- Sítnice (světlo citlivá membrána v zadní části oka je tvořená nervovou tkání) slouží jako „převodník“ mezi fotoreceptivními buňkami schopnými detekovat fotony světla a nervovými buňkami mozku

# Barva masa

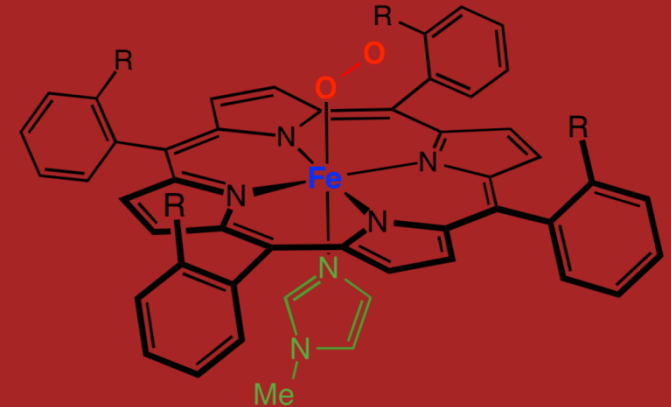
- Barva masa je ovlivněna:

## Specifická charakteristika pro každý druh hospodářských zvířat

- **Obsahem hemových barviv, cytochromu C**
  - hemová barviva – sloučeniny ze skupiny sarkoplazmatických bílkovin
- **Hodnotou pH**
  - ovlivňuje především světlost masa. Čím je blíže k izoelektrickému bodu (5,2), tím je nižší rozpustnost bílkovin, které vážou málo vody a světlo proniká jen do malé hloubky – více se odráží od povrchových vrstev a vytváří dojem světlejšího masa (PSE versus DFD)
- **Hydratačním stavem masa (obsah vody)**

# Barva masa

## Myoglobin

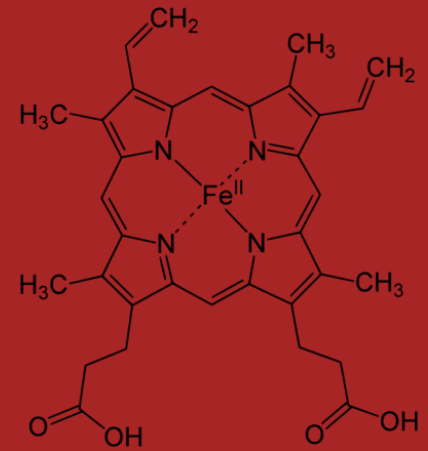


- svalové barvivo – protein obsahující jednu molekulu globinu (153 aminokyselin, 8 šroubovic  $\alpha$  helix) a navázanou hemovou skupinu
- slouží jako zásobárna kyslíku ve svalech, má vyšší afinitu ke kyslíku než hemoglobin
- jeho koncentrace ve svalu kolísá dle intenzity svalové práce



# Barva masa

## Hemoglobin



Krevní barvivo - Hlavní funkcí hemoglobinu je transport kyslíku z plic do tkání (svaloviny) a opačným směrem odstraňování oxidu uhličitého z tkání do plic.

V aktivních erythrocytech savců hemoglobin tvoří 35 % obsahu.

Není svalovým barvivem, ale v mase se vyskytuje v různých koncentracích v závislosti na stupni vykrvení zvířete při porážce – **maso lovené zvěře**

# Barva masa

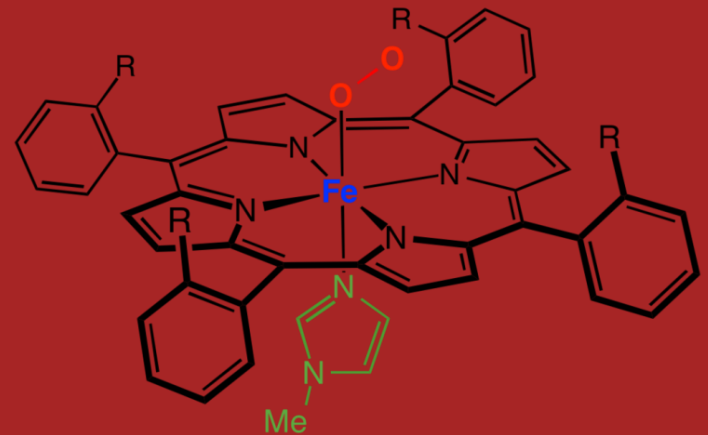
## Hemoglobin

v závislosti na stupni vykrvení 10-30 %  
hemových barviv

- Podíl hemoglobinu z celkového obsahu hemových barviv v mase závisí i na obsahu myoglobinu :
  - Je-li myoglobinu málo, podíl hemoglobinu je relativně vysoký
  - Při srovnatelném stupni vykrvení má vepřové maso vyšší poměr hemoglobinu ku myoglobinu než u hovězího

# Barva masa

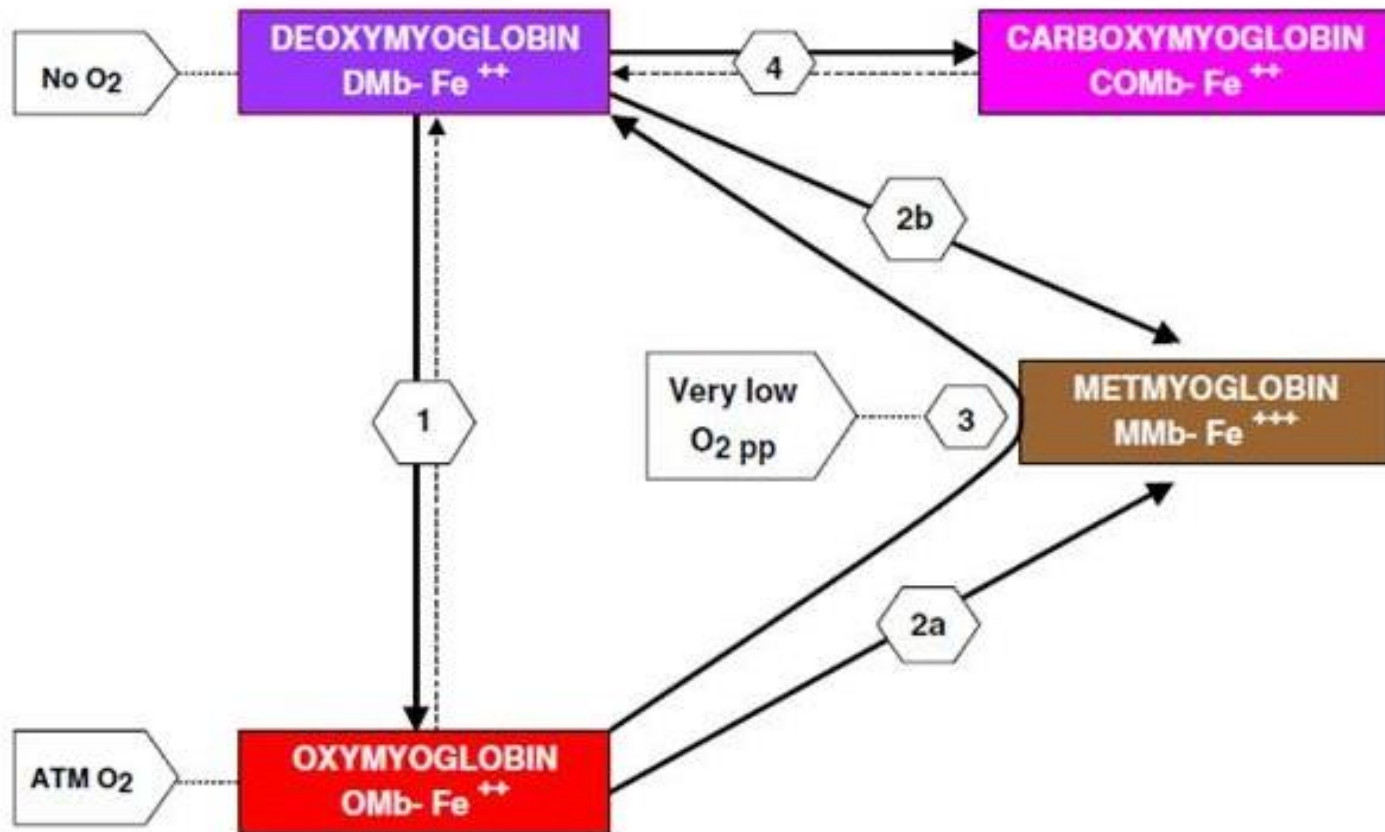
## Myoglobin



- V závislosti na navázané molekule na molekulu myoglobinu vznikají různé deriváty:
  - **oxymyoglobin** železo naváže molekulu kyslíku – rumělkově červený
  - **karboxymyoglobin** železo naváže oxid uhelnatý – třešňově červený, nafialovělý
  - **nitroxymyoglobin** železo naváže molekulu oxidu dusného – růžově červený

Oxidace centrálního atomu železa nastává účinkem oxidačních činidel – vzdušný kyslík, peroxid vodíku vede k vytváření **metmyoglobinu** ( $\text{MetMb}^+$ ) což se projeví změnou barvy na šedohnědou

# Myoglobin



Rx 1 (Oxygenation):  $DMb + O_2 \rightarrow OMb$

Rx 2a (Oxidation):  $OMb + [\text{oxygen consumption or low } O_2 \text{ partial pressure}] - e^- \rightarrow MMb$


Rx 2b (Oxidation):  $[DMb - \text{hydroxyl ion} - \text{Hydrogen ion complex}] + O_2 \rightarrow MMb + O_2^-$

Rx 3 (Reduction):  $MMb + \text{Oxygen consumption} + \text{metmyoglobin reducing activity} \rightarrow DMb$

Rx 4 (CarboxyMb):  $DMb + \text{carbon monoxide} \rightarrow COMb$

# Barva masa

## Změny barvy masa v průběhu postmortálních procesů

- V závislosti na stupni oxidace kyslíkem, působením enzymů případně činností mikroorganismů dochází k rozpadu hemových barviv
- Pokračující oxidací metmyoglobinu vznikají :
  - Zelená barviva **choleglobin, verdoglobin, verdohem**
  - Modrozelený **biliverdin** – který se může dále redukovat na
  - Červený **bilirubin** 

Vznik zelených barviv v mase souvisí s rozvojem laktobacilů produkujících peroxid vodíku, který se hromadí a rozkládá hemová barviva

# Barva masa

















## Změny barvy masa v průběhu postmortálních procesů

- Velký význam má i vzájemné působení hemových barviv a nenasycených mastných kyselin (UFA)
- Tvorba radikálů a tukových hydroperoxidů způsobuje oxidaci hemových barviv
- Hemová barviva naopak urychlují oxidaci tuků prostřednictvím železa , které se z nich uvolňuje a působí jako katalyzátor oxidace tuků

# Barva masa

## Změny barvy masa v průběhu postmortálních procesů

- Složení atmosféry (zejména parciální tlak kyslíku) v těsném okolí masa určuje v jaké formě se budou hemová barviva nacházet (**redukovávané, oxygenované, oxidované**)
- Složení atmosféry proto lze regulovat a ovlivňovat barvu produktu zejména při dlouhodobějším skladování (ochranná atmosféra)

	Doba skladování (ve dnech)							
	1	3	7	10	13	17	20	24
O <sub>2</sub>								
CO								

# Barva masa

## Změny barvy masa v průběhu tepelné úpravy

- při tepelném zpracování masa dochází k denaturaci bílkovin – tedy i globinu, který následuje oxidace železa v hemové skupině
- v důsledku toho dochází ke změnám barvy na hnědou až šedohnědou - vznikají barviva – hemichromy



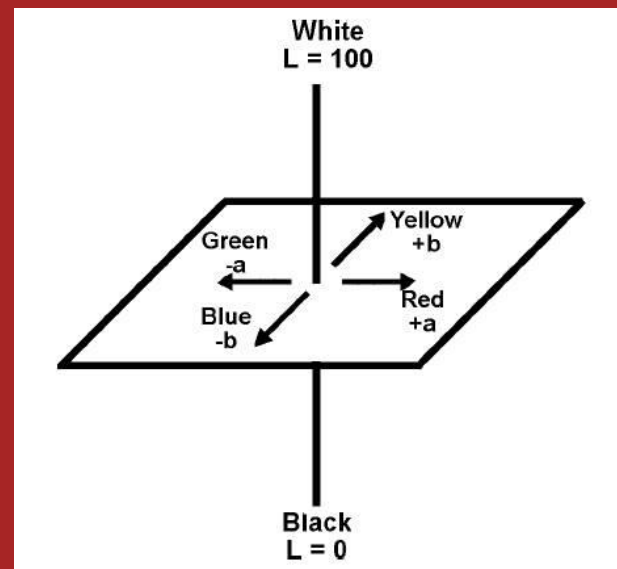
- v přítomnosti dusitanů nebo dusičnanů se na železo váže oxid dusnatý, který zabraňuje oxidaci a způsobuje růžovou barvu masných výrobků



# Jak barvu masa hodnotíme?

- Existují dva všeobecně používané systémy hodnocení barvy, které by neměly být zaměňovány a které se liší ve způsobu výpočtu

- Hunter L, a, b,



- CIE 1976  $L^*a^*b^*$

Další metody měření barvy:

Kolorimetricky

Počítačové zobrazení - metody VIA

Senzoricky

# Jak barvu masa hodnotíme?

- **CIE 1976 L\*a\*b\* space**

(International Commission on Illumination)

- **System založen na hodnocení třírozměrného barevného prostoru**

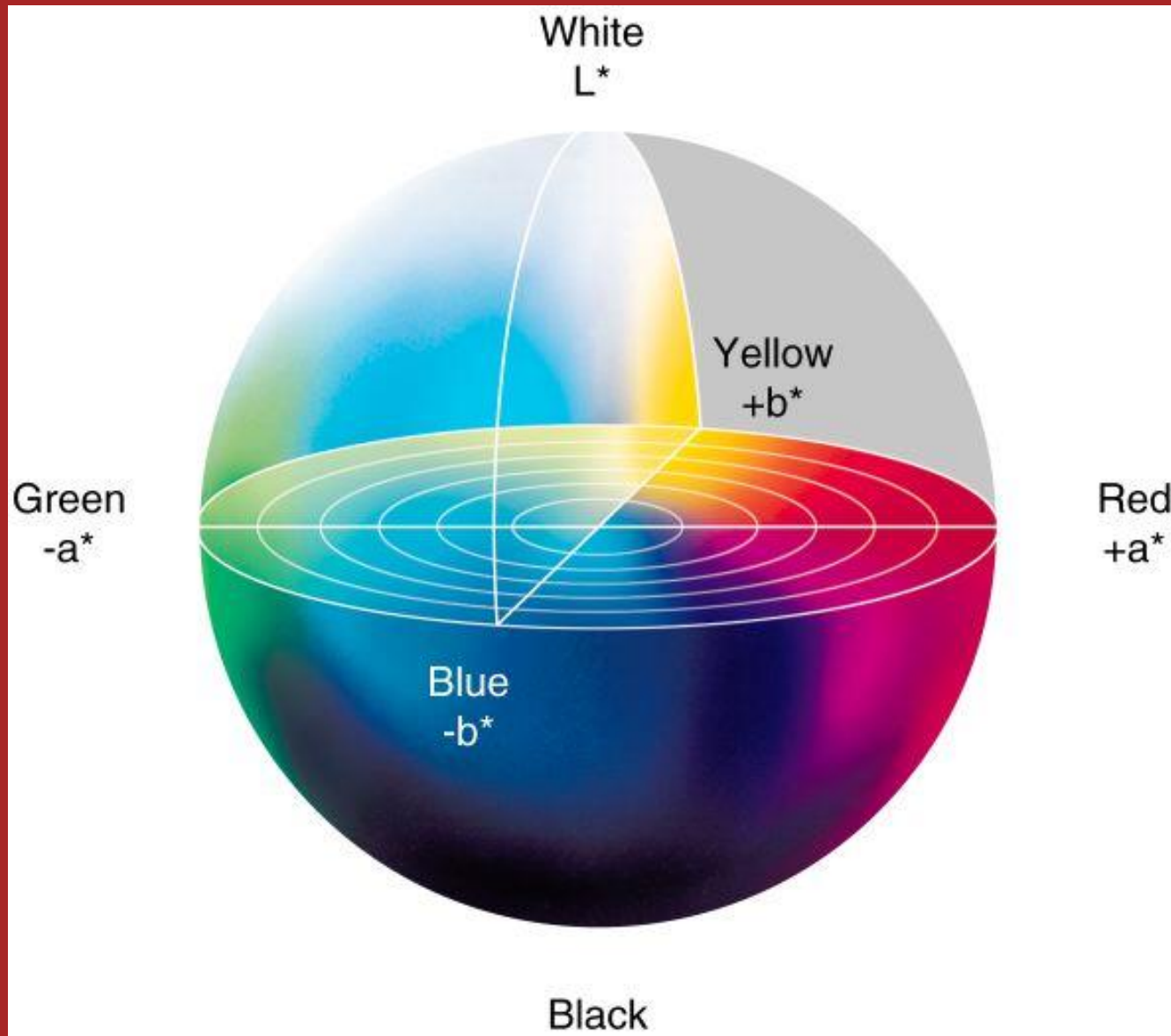
- **L\* světlost (lightness) nabývá hodnot 0 - 100**

- Je funkcí reflektance – poměru intenzity světla odraženého ku intenzitě světla dopadajícího
- Bílá barva má hodnotu 100, černá barva má hodnotu 0

# Jak barvu masa hodnotíme?

- **Charakteristiky barevných odstínů**
- **$a^*$  tato souřadnice udává vztah mezi červenou a zelenou**
  - V případě hodnocení masa hovoříme o jeho červenosti (redness)
- **$b^*$  tato souřadnice udává vztah mezi žlutou a modrou**
  - V případě hodnocení masa hovoříme o jeho žlutosti (yellowness)

# Jak barvu masa hodnotíme?



CIE  $L^*a^*b^*$

# Jak barvu masa hodnotíme?

- Odstín barvy **h** (Hue)
  - **Odstín** je základní vlastnost barvy, podle níž též barvy povětšinou pojmenováváme (*zelená, žlutohnědá, vínová*)
  - V případě masa se hodnoty obvykle pohybují v oblasti červené a žluté

Výpočet h:

$$h = \tan^{-1} \left( \frac{b^*}{a^*} \right)$$

výsledek se uvádí ve stupních



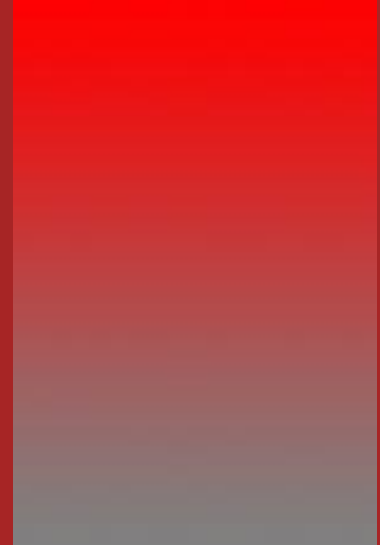
# Jak barvu masa hodnotíme?

- Odstín barvy h (Hue)



# Jak barvu masa hodnotíme?

- **Sytost barvy (C- Chroma - colorfulness)**



Sytost barev (saturace) vyjadřuje v teorii barev intenzivnost barvy. Čím je barva více sytá, tím je vnímána jako živější. Méně syté barvy se naproti tomu zdají jako tlumené nebo zašedlé.

100 % sytost znamená, že jde o čistou barvu bez příměsi černé a bílé

0 % sytost znamená že jde o čistou kombinaci černé a bílé

# Sytost barvy (C\* - Chroma)

- Výpočet sytosti C

$$C^* = \sqrt{(a^*)^2 + (b^*)^2}$$

Původní obrázek s relativně tlumenými barvami



Upravený obrázek se zvýšenou sytostí barev o 50 %





# Příklad hodnocení barvy masa



V dnešní době je nejběžnější měření  
přenosným spektrofotometrem

# Příklad hodnocení barvy masa

Živočišný druh	Skot Aberdeen Angus	Skot Holštýn	Daněk	Jelen
<b>L*</b> (světlost)	<b>39,4</b>	<b>37,5</b>	<b>33,2</b>	<b>34,1</b>
<b>a*</b> (červenost)	<b>14,3</b>	<b>14,8</b>	<b>13,1</b>	<b>13,5</b>
<b>b*</b> (žlutost)	<b>12,8</b>	<b>12,4</b>	<b>9,4</b>	<b>10,0</b>
<b>h</b> (hue, odstín)	<b>45,7</b>	<b>51,6</b>	<b>66,4</b>	<b>63,6</b>
<b>C</b> (sytost)	<b>19,2</b>	<b>19,1</b>	<b>16,1</b>	<b>16,8</b>



Vzorky je nutné hodnotit ve stejné době po porážce, uchovávat při stejné teplotě a ponechat stejnou dobu po rozkrojení reagovat se vzduchem (blooming)

# Faktory ovlivňující barvu masa

- Předporážkové faktory

- na barvu svalů působí zásobením glykogenem, rychlost zchlazení nebo ukládání antioxidantů, neboť ovlivňují pH, spotřebu kyslíku a redukční aktivitu methemoglobinu

- Genetické

- Genotypy zvířat vyznačujících se malým množstvím negativních změn v barvě masa těžší z důsledku pozitivního působení vyšších hodnot pH na spotřebu kyslíku a stabilitu oxymyoglobinu což se projevuje ve vyšší červenosti masa (zejména u prasat – negativní vztah alely pro RYR-1 bledé maso)

- Výživa

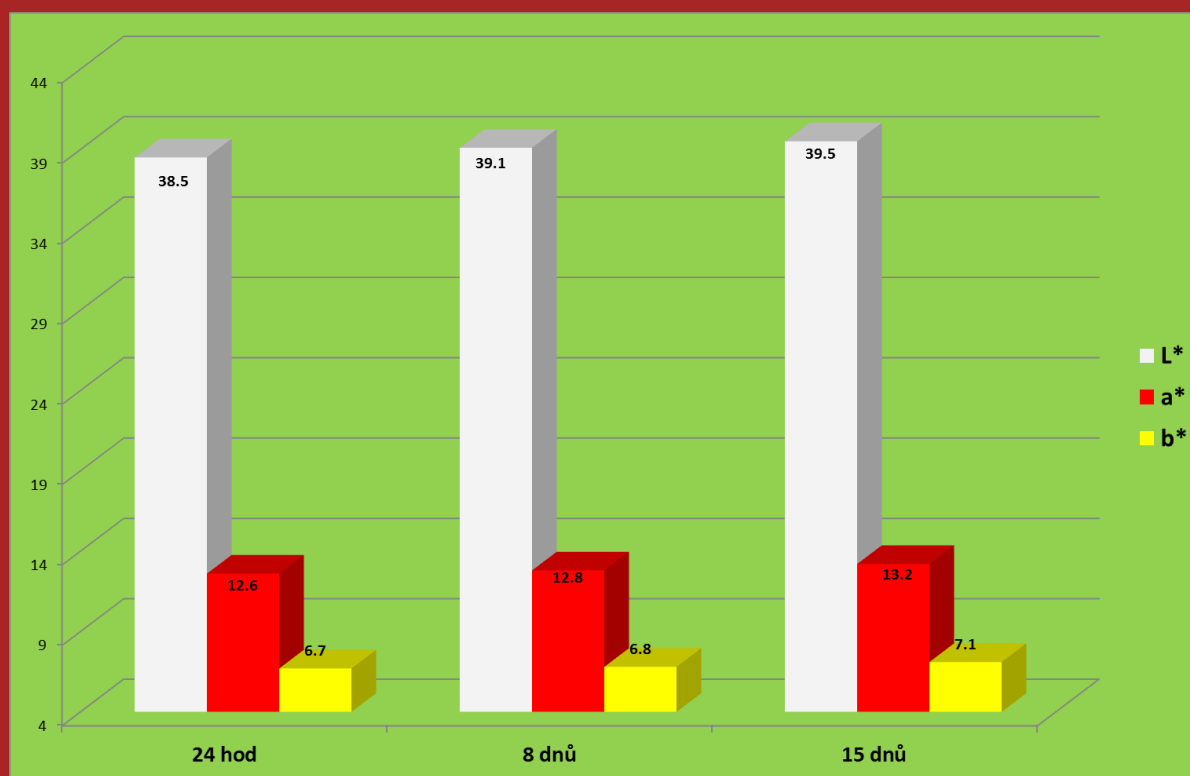
- Ovlivňuje barvu masa velmi významně, zejména přítomnost minerálních látek – Fe, Mg – může pozitivně ovlivnit stres před porážkou i postmortální glykolýzu, vitamín D3 (ovlivňuje hladinu vápníku)  
u prasat je snaha ovlivnit barvu tak, aby maso bylo červenější, u skotu je naopak snaha o světlejší maso (telecí maso)

# Faktory ovlivňující barvu masa

- Poporážkové faktory: Doba zrání masa

Vliv délky zrání masa na ukazatele barvy u farmově chovaných daňků u svalu MLL

(Bykowska et al., 2018)



S prodlužující se dobou zrání masa po porážce se zvyšuje jeho světlost, červenost a žlutost

# Faktory ovlivňující barvu masa

## • Glykolytický potenciál

- naznačuje kapacitu pro anaerobní glykolýzu z dostupných substrátů ve svalu, které mohou být přeměněny na kyselinu mléčnou
- glykolytický potenciál pozitivně koreluje s  $L^*$  a  $b^*$ , s jeho rostoucí hodnotou se zvyšuje kyselost masa (klesá pH) a zvyšuje se „světlost“ masa a jeho „žlutost“

## • Modifikovaná atmosféra (MAP)

- Jelikož je pro konzumenty barva masa indikátorem jeho nezávadnosti, existuje výrazné úsilí zpracovatelů masa a masných výrobků nalézt vhodné směsi plynů, které maximalizují zachování počáteční barvy, její stabilitu, skladovatelnost a zároveň minimalizují mikrobiální růst, oxidaci tuků
- **Ochranná atmosféra s vysokým obsahem  $O_2$**  (80% - High-oxygen atmospheres) podporuje okysličení pigmentu a proto prodlouží období před vytvořením methemoglobinu na povrchu svalů . Nevýhodou však je, že při vysoké koncentraci kyslíku dochází k značné oxidaci jež vede ke žluknutí, přesto že barva je stále velmi přijatelná

# • Modifikovaná atmosféra (MAP)

- Další strategií je naopak **minimalizace výskytu  $O_2$**  v ochranné atmosféře: (Ultra-low-oxygen atmospheres), nahrazením  $O_2$  oxidem uhličitým nebo dusíkem, která úspěšně minimalizuje oxidaci lipidů stejně jako růst aerobních mikroorganismů, avšak vede ke snížení redukční kapacity svaloviny spojené s hnědnutím (okysličování deoxymyoglobinu) při dlouhodobějším skladování v případě výskytu nízkých koncentrací kyslíku
- Koncentrace kyslíku musí být nižší než 1% u vepřového masa a nižší než 0,05% u hovězího masa, což může být problematicky dosažitelné
- Pro eliminaci nevýhod obou výše popsaných způsobů komerčního využívání modifikované ochranné atmosféry je intenzivně zkoumána možnost využití **oxidu uhelnatého** (CO, carbon monoxide), který se vyznačuje značnou afinitou k myoglobinu a „zářivě třešňově červenou„ barvou. Do směsi plynů se přidává poměrně malý podíl (0,4-0,5 %)



# Maso jako funkční potravina

- Co je to funkční potravina?

Funkční potravina je produkt, kterému byla pozměněna nebo přidána jedna nebo více specifických vlastností, které mají souvislost s účinkem na lidské zdraví



# Maso jako funkční potravina



- Co je to funkční potravina?
- „Potravina může být považována za funkční, pakliže vedle svého odpovídajícího nutričního významu navíc dostatečně vykazuje vliv na jednu nebo více cílových tělesných funkcí způsobem, který významně zlepšuje zdravotní stav a nebo snižuje riziko onemocnění.“
- Funkční potraviny musí zůstat potravinami a musí vykazovat své příznivé účinky v množství, u kterého se předpokládá, že bude ve stravě běžně konzumováno: nejedná se tedy o pilulky nebo kapsle



# Maso jako funkční potravina

- Co je hlavním cílem, na který mají funkční potraviny působit?

CVD

Zvýšení imunity a odolnosti před alergiemi

Obezita

Osteoporóza

Prevence nádorového bujení

Prevence před stresem

Dobré zdraví, stárnoucí populace

Protizánětlivé účinky

# Maso jako funkční potravina

- Účinné látky, kterými jsou obohacovány funkční potraviny:

Prebiotika (oligosacharidy, inulin)

Probiotika (mléčné bakterie)

Proteiny a bioaktivní peptidy

Tuky, MUFA, PUFA

Steroly (inhibují absorpci cholesterolu)

Tokoferoly (8 typů antioxidantů, vitamin E)

Karotenoidy (fotosyntetická barviva, antioxidanty)

Fenolové látky (flavonidy, taniny, antioxidanty)

Glukosynoláty

# Maso jako funkční potravina

Způsoby změny složení masa a masných produktů:

- Modifikace složení jatečného těla
- Manipulace se syrovým masem
- Změna složení masných produktů

# Maso jako funkční potravina

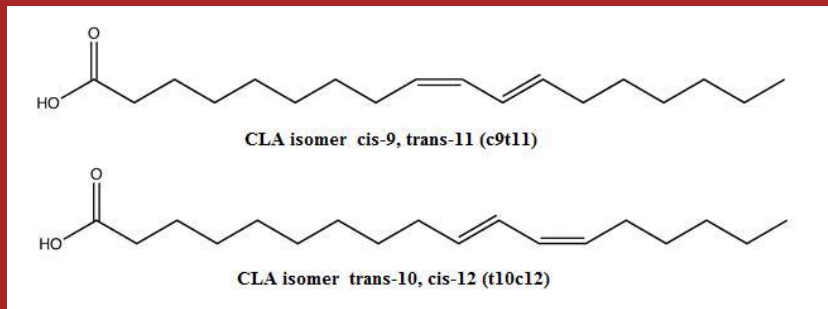
- Změna složení masných produktů:
  - Redukce obsahu tuku
  - Modifikace profilu masných kyselin
  - Redukce obsahu cholesterolu
  - Redukce energetické hodnoty
  - Redukce obsahu sodíku
  - Redukce obsahu dusitanů
  - Inkorporace funkčních látek

# Maso jako funkční potravina

- Bioaktivní sloučeniny v mase:
- **CLA** (konjugovaná kyselina linolová) hojná zejména v mase a mléce přežvýkavců
  - antikarcinogenní účinky
  - snižuje riziko obezity
  - diabetu druhého typu

Hledají se způsoby zvýšení obsahu v mase prostřednictvím **výživy** nebo **modifikací genotypu zvířat**

Zvýšení obsahu by mělo nastat přirozenou cestou

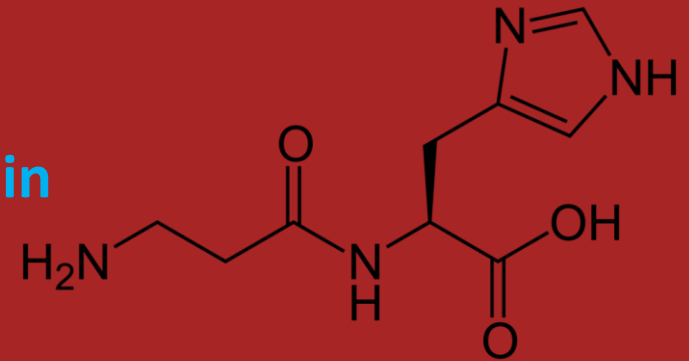


**Zkrmování olejnin či objemných krmiv z vysokým obsahem listové složky**

# Maso jako funkční potravina

- Bioaktivní sloučeniny v mase:

**Karnosin**



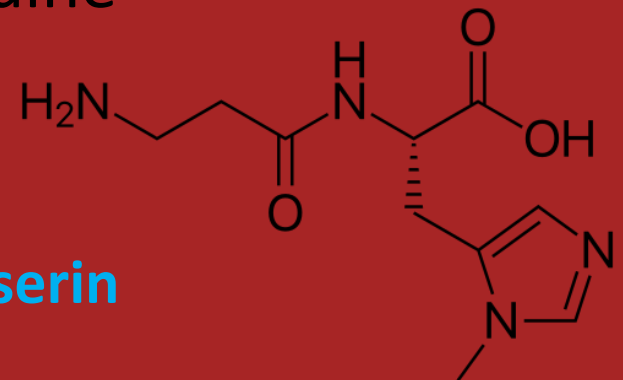
- Endogenní antioxidanty

– V mase se vyskytují některé látky, jejichž účinky jsou podobné jako u látek vyskytujících se v ovoci a zelenině - dipeptidy:

karnosin *beta*-alanyl-L-histidin

anserin *beta*-alanyl-N-methylhistidine

**Anserin**



# Maso jako funkční potravina

- Bioaktivní sloučeniny v mase: karnosin a anserin

## Endogenní antioxidanty

jejich antioxidační účinky spočívají ve schopnosti přeměny chelátů mědi což vede zachytávání reaktivních molekul kyslíku a nenasycených aldehydů produktů peroxidace buněčných membránových mastných kyselin během oxidačního stresu

**byla prokázána jejich biologická aktivita v lidské plazmě po konzumaci hovězího masa**

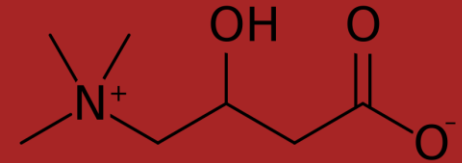
**nejvýraznějším zdrojem je vepřové maso (2700mg/kg)**



# Maso jako funkční potravina

- **Bioaktivní sloučeniny v mase:**

- **Karnitin**



- **L-Karnitin ( $\beta$ -hydroxy- $\gamma$ -trimethylamoniumbutyrát) je sysnetizován v lidském těle v ledvinech a játrech**
- **Podílí se na beta oxidaci mastných kyselin v mitochondriích - jeho úloha je v produkci energie, když jsou svaly vystaveny velkému zatížení**
- **Mimo to jsou prokázány bioaktivní účinky – účastní se na absorpci vápníku a ovlivňuje pevnost kostry, účastní se na syntéze libové svalové tkáně, působí proti tvorbě svalových myopatií (včetně srdeční tkáně), preventivní účinky proti srdečnímu selhání**
- **Vyskytuje se v mase všech hospodářských zvířat, ale výrazné hodnoty jsou v hovězím mase (1300 mg/kg)**





**Děkuji za Vaši pozornost!**

