

1. přednáška

Téma přednášky:

1. Úvod a význam výživy a krmení hospodářských zvířat
2. Základní pojmy ve výživě zvířat
3. Skladba rostlinného a živočišného organismu
4. Charakteristika a význam energie ve výživě zvířat

Cíl přednášky:

První přednáška si klade za cíl seznámit studenty s významem výživy a krmení zvířat pro jejich zdárný růst a vývoj, zachování základních životních funkcí, reprodukci a užitkovost. Rovněž si osvojí základními pojmy, se kterými se budou setkávat po celou dobu výuky výživy a krmení zvířat a které umožní studentům lépe se orientovat ve studované problematice.

Závěr přednášky bude věnován rozdílům ve složení živočišného a rostlinného organismu a charakteristice a významu energie ve výživě zvířat.

Úvod a význam výživy a krmení hospodářských zvířat

Současné trendy v chovu hospodářských zvířat kladou vysoké nároky na výživu a krmení hospodářských zvířat, které jsou samozřejmě spjaté s ekonomickou stránkou a efektivností výroby živočišných produktů. Cílem výživy zvířat je **zajištění všech potřebných živin pro zachování a udržení:**

- a) **aktivity** – umožnění veškerých životních funkcí
- b) **zdraví** - udržení, podpora a zvyšování jeho kvality
- c) **růstu** – významná úloha u mláďat a rostoucích zvířat, u dospělých zvířat přichází v úvahu nepřetržitá obnova tkání a regenerace po veterinárních zákrocích
- d) **reprodukčních funkcí zvířat** – tvorba pohlavních buněk, růst a vývin plodu v těle matky, kojení mláďat
- e) **užitkovosti** – maximální a efektivní produkce masa, mléka, vajec, vlny, peří, práce

Otázku výživy zvířat můžeme také posuzovat z fyziologického aspektu:

Aspekt fyziologický – zajištění materiální a energetické potřeby organismu

- a) **příjem energie** pro zachování základních životních pochodů a stálé tělesné teploty
- b) **dodávání hmoty** (chemického materiálu pro výstavbu těla)
 - **pro obnovu organismu** – i dospělý organismus není neměnný, ale v poměrně krátkých intervalech se zcela obnovuje.
 - **pro výstavbu tkání** - u mláďat a rostoucích zvířat, růst svalové tkáně
 - **pro tvorbu nových organismů** - pohlavní buňky a růst plodu
 - **pro ochranu organismu před nepříznivých prostředím** – pro tyto účely je často zapotřebí daleko větší koncentrace vitamínů a jiných biologicky aktivních látek, než stačí pro růst nebo obnovu tkání
 - **pro produkci masa, mléka, vajec, vlny, peří, práce**

Základní pojmy ve výživě zvířat

Pod pojmem **výživa hospodářských zvířat** rozumíme soubor pochodů, především fyziologických a biochemických, spojených s přijímáním, trávením, vstřebáváním a intermediálním metabolismem živin potřebných k udržení všech životních funkcí se zvláštním zřetelem k užitkovosti hospodářských zvířat. Potravu, kterou předkládáme zvířatům označujeme za **krmivo** a oborem, který se jimi zabývá je **krmivářství**. Krmivářství, jako nauka o krmivech vzniklo již na počátku 19. století. **Úkolem krmivářství je především vzájemné srovnávání krmiv pro případnou jejich zaměnitelnost bez snížení užitkovosti zvířat.** Základním kritériem je tak princip náhrady. **Požadavky ekvivalence náhrady se dají splnit jen za rovnosti dvou základních předpokladů:**

- a) **Výživná hodnota krmiva** je maximální biologický účinek v organismu hospodářského zvířete, vyvolaný požitím jednotky krmiva a jeho využitím v organismu.
- b) **Spotřeba živin** je množství krmiv, které minimálně musí zvíře přijmout k vyvolání definovaného biologického účinku.

Biologický účinek krmiva je v této souvislosti záchova organismu a jeho produkce (růst, mléko, vejce, práce, vlna, reprodukce).

Pod pojmem **krmivo** rozumíme všechny materiály, které slouží k výživě zvířat. Jako krmivo mohou sloužit zemědělské, potravinářské i přírodní produkty, rostlinného, živočišného a minerálního charakteru, které mohou být využity jako krmné suroviny:

1. Jedná se o látky, které svým obsahem živin mohou uspokojovat potřeby zvířat a přitom nejsou pro zvířata v přiměřených množstvích škodlivá.
2. Jejich výživná hodnota je vyjádřena obsahem energie, živin a všech ostatních látek, dále fyzikálních, chemických i dietetických vlastností a působením krmiva na organismus zvířete.
3. Výživná hodnota krmiva není jen výsledkem chemické analýzy, ale i výsledkem odezvy zvířat.

Výživa a krmení hospodářských zvířat je musí odpovídat požadavkům jednotlivých druhů a kategorií hospodářských zvířat a zohledňuje také skladbu jejich organismu.

Skladba rostlinného a živočišného organismu

Složení živočišného i rostlinného organismu, jejich růst i vývin je podmíněn genofondem a prostředím ve kterém organismus žije.

U rostlin je růst, vývin i krmná hodnota ovlivňována činiteli ekologickými, geografickými a agrotechnickými.

U zvířat růst, vývin i složení těla, popřípadě užitkovost ovlivňuje plemeno, stáří, pohlaví, způsob chovu, způsob a intenzita krmení zvířat.

Nezbytnou složkou výživy rostlin jsou tzv. **biogenní prvky: uhlík, kyslík, dusík, síra, fosfor, jód, draslík, vápník, hořčík a železo**. Rostliny dále obsahují sodík, chlór, křemík a mangan. **Z uvedených prvků největší podíl rostlinného, ale i živočišného těla – 95 % tvoří uhlík, kyslík, vodík a dusík.**

Průměrný procentický obsah hlavních biogenních prvků v sušině rostlinného a živočišného organismu

Organismus	C	O	H	N	Minerální látky
Rostlinný	45,0	42,0	6,5	1,5	5,0
Živočišný	63,0	13,8	9,4	5,0	8,8

Sušinu krmiv i zvířecího těla tvoří uhlík, kyslík a vodík. Rostliny i zvířata získávají tyto prvky ze vzduchu a vody.

Složení zvířecího těla do určité míry objasňuje potřebu živin v krmné dávce či v krmné směsi. **Obsah vody** u všech druhů zvířat se většinou pohybuje v rozmezí **55 – 60 %**. **Dusíkaté látky** jsou v rozmezí **15 – 21 %** a **tuk** **17 – 24 %**. **Obsah minerálních látek** je **2,8 – 4,6%**. **Věk zvířat nejvíce ovlivňuje procentický obsah tuku a vody.**

V následující tabulce je uvedeno, jak se s přibývajícím věkem a hmotností mění složení těla prasat. Obsah živin je uveden v kg v těle.

Živá hmotnost kg	Voda	NL	Tuk	Popeloviny
10	7,7	1,8	0,2	0,3
30	21,1	4,4	3,6	0,9
60	37,1	8,9	12,3	1,7
90	47,8	13,1	26,6	2,5
110	53,5	16,1	37,2	3,2
150	66,3	21,9	57,3	4,5

Obsah tuku v těle prasat vlivem věku stoupá z 2,0 % na 38,2 %, což je zvýšení téměř 20x. Oproti tomu ostatní živiny v těle klesají (např. proteiny z 18 % na 14,6 % a voda ze 77 % na 44,2 %). Živá hmotnost zvířat ovlivňuje obsah vody v jednotlivých tkáních, především ve svalech a kostech.

Procentický obsah vody ve svalech a kostech skotu

Obsah vody	Hmotnost zvířete v kg			
	45	135	270	540
V mase	77	70	65	48
V kostech	56	40	37	29

Obsah tuku v těle zvířat je ovlivňován nejen věkem zvířat, ale rovněž i stupněm prokrmenosti. Velmi intenzivně je ovlivňován obsah tuku a energie v přírůstcích živé hmotnosti především věkem a živou hmotností zvířat.

Procentický obsah živin v přírůstku živé hmotnosti skotu v různé hmotnostní kategorii

Živá hmotnost (kg)	Voda	Protein	Tuk	Popel	Energie (J) v kg přírůstku
40 – 80	68,8	18,3	8,3	4,6	7 666
80 – 160	61,4	19,5	14,7	4,3	10 496
160 – 240	51,9	19,6	24,0	4,4	14 223
240 - 320	51,4	17,3	27,3	4,0	14 989

Živočišný organismus obsahuje jen nepatrné množství (méně než 1 %) BNLV (bezdušikátých látek výtažkových). Z nich hlavní část tvoří zásobní polysacharid glykogen. Krmiva rostlinného původu jsou naopak tvořena především těmito živinami.

Vláknina se ve zvířecím organismu se vůbec nevyskytuje, kdežto krmiva rostlinného původu mají vždy obsah vlákniny (například seno 25 %, pšeničný šrot 2,7 %). **Vláknina** je tvořena **především celulózu, pentózanu a inkrustujícími látkami**. Její obsah se mění především se stářím rostliny. V buněčných stěnách mladých rostlin je malé množství celulózy, u starších rostlin jsou buněčné tkáně prostoupeny inkrustujícími látkami (ligninem), který zpevňuje buněčné stěny, ale podstatně snižuje výživnou hodnotu hrubé vlákniny.

Obsah vody v krmivech rostlinného původu se pohybuje od 5 do 88 %. Malé množství vody mají sušená krmiva 5 - 10 % (krmiva živočišného původu, extrahované šroty). V zrninách, semenech je obsah vody 12 - 16 %, v seně 14 - 16 %. Vysoký obsah vody má např. zelená píce až 85 %, siláže 70 – 85 % a okopaniny 75 – 92 %.

Pokud jde o obsah vody v těle zvířat, tak v těle hubených zvířat je 55 - 60 % vody a v těle zvířat vykrmených je 42 - 50 % vody, neboť tukové tkáně obsahují malé množství vody.

Obsah bílkovin v tělních tkáních zvířat se pohybuje v rozmezí 12 - 20 %. Bílkoviny mají významný podíl na skladbě svalstva, krve, enzymů, hormonů apod. Jiné dusíkaté látky podobného složení se vyskytují v kostech, šlachách a vazivu (kolagen, elastin), v kůži, srsti, vlně, peří a paznehtech (keratin). Bílkoviny obsažené v zelené hmotě se liší od bílkovin obsažených v semenech. V zelené hmotě se rovněž vyskytují dusíkaté látky nebílkovinné povahy (např. dusičnany a dusitany, dusíkaté glykosidy a alkaloidy).

Další významnou složkou živočišného organismu jsou **tuky**. Obsah tuků v těle zvířat se značně mění v závislosti na výživném stavu, druhu a věku zvířete. Velká proměnlivost obsahu tuku v závislosti na výživném stavu a druhu zvířat je i u produktů. Např. v kravském mléce se

pohybuje obsah tuku mezi 3,4 - 4,5 %, v ovčím mléce mezi 5,5 - 6,3 % a v mléce prasnice 6,0 - 7,0 %. Tuky jsou jeden z nejkoncentrovanějších zdrojů energie pro zvířata. Nejvíce tuku je obsaženo v semenech olejnatých rostlin, nejméně tuku obsahují hlízy, bulvy a kořeny.

Sacharidy jsou **v těle zvířat** obsaženy v malém množství, jedná se o **glykogen a glukózu**. Zásobní polysacharid glykogen je obsažen především v játrech a ve svalech. Glukóza je v krvi. Celkem obsahuje zvířecí tělo nejvýše 1 % sacharidů. Ze sacharidů čerpá organismus energii pro životní procesy. Na druhé straně rostliny obsahují především sacharidy, jedná se o škrob, cukr, vlákninu, pentózy a organické kyseliny.

Vedle kalorických živin obsahuje zvířecí tělo určité množství **minerálních látek**. Ve zvířecím i rostlinném organismu jsou obsaženy stejné minerální látky, odlišný je jejich vzájemný poměr. **Rostliny obsahují oproti zvířatům více draslíku a sodíku, zvířata mají více vápníku a fosforu**. Nejvíce minerálních látek je obsaženo v kostech. Ve zvířecím těle připadá na vápník 43 %, na fosfor 38 % a na zbývající minerální látky (hořčík, sodík, draslík, síra, chlór, křemík) 19 % z celkového obsahu minerálních látek.

V organismech zvířat i rostlin jsou obsaženy také stopové prvky – **mikroelementy**. Jsou zde v malém množství, ale jsou zcela nepostradatelné pro životní děje v organismu. Nejvýznamnější jsou železo, měď, zinek, jód, mangan, kobalt, molybden, bór, selen a další.

Dalšími nepostradatelnými látkami pro živočišný i rostlinný organismus jsou **vitamíny, enzymy a hormony**.

V zásadě se skladba rostlinného a živočišného organismu liší tím, že sušina rostlin je tvořena především sacharidy, které mají funkci stavebních a zásobních látek, kdežto zvířata mají orgány a svalovou tkáň tvořeny bílkovinami a zásobním materiálem jsou tuky. Živočišný organismus na rozdíl od rostlinného neobsahuje žádnou vlákninu, která je významnou částí rostlin. Živočišný organismus obsahuje jen malé množství sacharidů, především glykogenu. Pro výživu zvířat jsou významným zdrojem energie a zásobních látek a rovněž se z nich v těle zvířat vytváří tuk.

Užívané zkratky ve výživě zvířat

- ◆ BE brutto energie v MJ
 - ◆ BNLV bezdusíkaté látky výtahkové v g/kg
 - ◆ deg degradovatelnost NL krmiva
 - ◆ DEG degradovatelnost NL krmiva v předžaludku v %
 - ◆ dNL degradovatelné dusíkaté látky v g
 - ◆ dsi stravitelnost nedegradovaných NL v tenkém střevě
 - ◆ DSI stravitelnost nedegradovaných NL v tenkém střevě v %
 - ◆ FOH fermentovatelná organická hmota
 - ◆ FP fermentační produkty
 - ◆ KS koeficient stravitelnosti v %
 - ◆ kJ kilojoul
 - ◆ k_p koeficient využití energie pro přírůstek ž. h.
 - ◆ k_z koeficient využití energie pro záchovu
 - ◆ ME metabolizovatelná energie
 - ◆ MJ megajoul
 - ◆ MP mikrobiální bílkoviny (protein)
 - ◆ NdNL nedegradované dusíkaté látky krmiv
 - ◆ NEL netto energie laktace
 - ◆ NEV netto energie výkrmu
 - ◆ NL dusíkaté látky
 - ◆ OH organická hmota
 - ◆ PDI skutečně stravitelné NL (proteiny) v tenkém střevě
 - ◆ q koeficient metabolizovatelnosti
 - ◆ SNL stravitelné dusíkaté látky
 - ◆ SOH stravitelná organická hmota
 - ◆ S sušina
 - ◆ SBNLV stravitelné bezdusíkaté látky výtahkové
 - ◆ SE stravitelná energie
 - ◆ ST stravitelný tuk
 - ◆ SVL stravitelná vláknina
 - ◆ T tuk
 - ◆ TMK těkavé mastné kyseliny
 - ◆ ÚV úroveň výživy
- Vlák. vláknina

Základní charakteristika energie a hlavních energetických živin

Živiny jsou chemicky definované látky potřebné k výživě zvířat, nejde vždy jen o látky nezbytné pro organismus. S krmivou vstupují do trávicího ústrojí i látky, které organismus vůbec nevyužije (látky pro organismus indiferentní, např. křemík, chróm, lignin atd.).

Základem výživy živočichů jsou biologické sloučeniny – živiny, které přijímají zvířata v krmivech. Jsou to látky nezbytné pro živočišný organismus k zajištění všech životních procesů, to znamená k samotnému procesu trávení, pohybu, udržení tělesné teploty, růstu, rozmnožování, tvorbě tělesné hmoty (zvláště svalové), k produkci mléka, vajec, vlny a perí.

Pro tyto funkce může živočich využít jen tu část přijatých živin (z diet – krmné dávky), která neodešla z těla ve výkalech. Této části živin říkáme **stravitelné živiny (správně zdánlivě stravitelné živiny)**. Ve výkalech se totiž mohou vyskytovat částičky odloupaného epitelu, nestrávené trávicí šlávy atd. Kromě toho přijímají zvířata komponenty diet i **látky, které organismu přímo škodí**. To mohou být např. těžké kovy (olovo, rtuť, arzén, kadmium), dusičnany, dusitany a mnoho jiných látek, které lze označit jako **antinutriční či toxické**. Ty mohou ohrožovat normální průběh metabolických procesů, zdraví zvířat, jejich reprodukční schopnosti a v konečné fázi samostatnou existenci zvířat a prostřednictvím potravinového řetězce i zdraví člověka. Existuje také skupina **živin, které, když jsou podávány ve stopových množstvích, jsou absolutně nezbytné pro funkci živočišného organismu, ale pokud jsou přijímány v nadbytečném množství, mohou působit jako jed (selen)**.

Hodnoty obsahu živin v krmivech lze podle způsobu získávání rozdělit do tří základních oblastí:

- a) Hodnoty stanovené chemickou analýzou
- b) Hodnoty stanovené v biologických pokusech
- c) Hodnoty vypočtené

Základní rozbor krmiva se provádí podle **Wendské metody**. Stanovuje se dle ní vlhkost a sušina. V sušině se stanovuje obsah popela a organické hmoty. V organické hmotě se stanovují dusíkaté látky, lipidy a sacharidy (z nich se stanovuje obsah vlákniny a odpočtem se určí bezdusíkaté látky výťažkové – BNLV).

Živiny (nutrienty) se dělí na makronutrienty a mikronutrienty. Makronutrienty jsou nositeli energie, proto jsou někdy také označovány jako kalorifery. Patří mezi ně **proteiny (bílkoviny), lipidy (tuky) a sacharidy (cukry)**. **Oxidací těchto živin se získá z 1 g bílkovin, stejně jako z 1 g sacharidů 17.2 kJ (4,1 kcal) a z 1 g tuků 38.9 kJ (9.3 kcal).**

Mikronutrienty dělíme na **vitaminy a minerální látky**. Ty se podle přijímaného množství dělí na **makroelementy** (přijímány v dávkách větších než 100 mg denně), **mikroelementy** (přijímány v množství od 1 do 100 miligramů denně) a stopové prvky (mikrogramové dávky denně).

Energie

Pod pojmem energie je možné si představit schopnost organismu zajistit činnost všech orgánových soustav, vykonávat práci a udržovat stálou tělesnou teplotu.

Všechny tyto procesy probíhají v živočišném organismu, kde rovněž platí zákon zachování energie:

Maximální energetický výdej = energie získaná z krmiv + energie z vytvořených zásob

Živočišný organismus disponuje značnou zásobou energie ve formě makroergních fosfátů (ATP, CP), glykogenu a zásobního tuku.

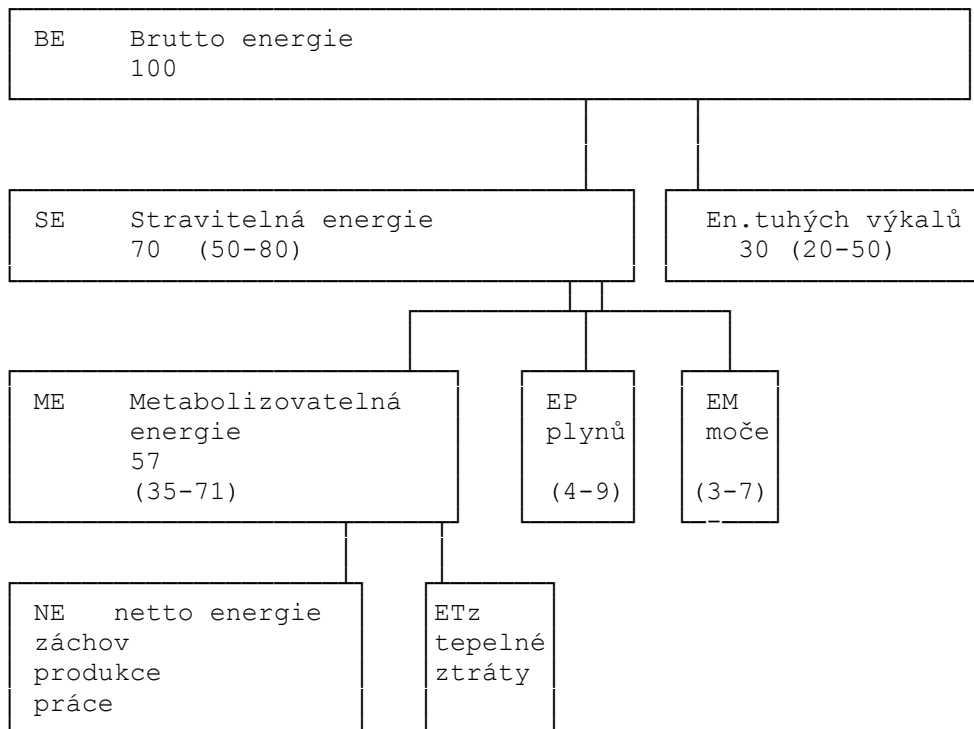
Dodaná energie ve formě makronutrientů má zajistit obnovu spotřebovaných energetických zásob, nebo je přímo přeměněna na potřebnou energii. **Energetická bilance musí být přísně vyvážená.**

Množství energie spotřebované v živočišném organismu i množství energie obsažené v krmivech je většinou vyjadřováno v **(kilo) kaloriích (kcal) nebo v (kilo) joulech (kJ)**.

1 kcal = 4,1868 kJ zaokrouhleně 4,2 kJ

Energetické hodnocení krmiv

Využití energie krmiv v (%)



Brutto energie (BE v MJ)

Stanoví se **v kalorimetru** úplným spálením vzorku v kyslíkové atmosféře a vyjadřuje se v megajoulech (MJ). Když nemáme kalorimetr pak se brutto energie (BE v kJ nebo MJ v kg krmiva) se vypočte ze základních živin krmiva (bílkoviny, tuk, sacharidy) podle regresních rovnic.

Stravitelná energie (SE v MJ)

Tvoří v průměru 70 % z brutto energie po odečtení energie tuhých výkalů.

Metabolizovatelná energie (SE v MJ)

Metabolizovatelná energie je množství energie, které získáme po odečtení ztrát energie v moči a plynných produktech kvašení od stravitelné energie. Energie plynných produktů je tvořena převážně metanem a tvoří při záchovné úrovni výživy kolem 8 %. **Poměr metabolizovatelné energie k brutto energii označujeme pojmem metabolizovatelnost. Tato hodnota ovlivňuje účinnost využití metabolizovatelné energie pro jednotlivé druhy produkce.** Se zvýšenou úrovní výživy se snižuje množství metabolizovatelné energie v důsledku snižování stravitelnosti, což je částečně kompenzováno snížením ztrát metanem a močí.

Netto energie (NE v MJ)

Netto energie je množství energie využitá pro produkci, záchovnou potřebu a práci. Představuje množství energie, kterou vypočítáme z metabolizovatelné energie a koeficientů účinnosti využití metabolizovatelné energie.

Výpočet energetické hodnoty krmiv pro skot

Pro výpočet jednotlivých hodnot energie byly odvozeny **regresní rovnice závislosti hodnoty brutto energie (BE) na obsahu organické hmoty a NL u objemných krmiv a obsahu jednotlivých živin u jadrných krmiv.** V případě **metabolizovatelné energie (ME) byly odvozeny regresní rovnice závislosti u objemných krmiv na obsahu stravitelné organické hmoty a stravitelných NL a u jadrných krmiv z obsahu stravitelných živin.** Vzhledem k různému živinovému složení **není možné pro výpočet energetické hodnoty objemných krmiv použít jednu společnou rovnici,** ale pro kukuřici (v čerstvé zelené, nebo silážované formě), krmnou a cukrovou řepu a nebo pro řepné skrojky je třeba použít samostatný postup výpočtu. Pod pojmem objemného krmiva potom rozumíme všechna ostatní objemná krmiva, která v 1 kg původní hmoty obsahují více než 50 % vody, respektive více než 170 g vlákniny.

Všechny živiny se do výpočtu zadávají v g na kg sušiny a výsledná hodnota vyjadřuje obsah energie v MJ v kg sušiny.

Výpočty BE a ME

Objemná krmiva

$$\text{BE} = 0,00588 \cdot \text{NL} + 0,01918 \cdot \text{OH}$$

$$\text{ME} = 0,00137 \cdot \text{SNL} + 0,01504 \cdot \text{SOH}$$

Kukuřice (v čerstvé zelené formě, nebo silážovaná)

$$\text{BE} = (0,00588 \cdot \text{NL} + 0,01918 \cdot \text{OH}) - 0,15$$

$$\text{ME} = 0,01549 \cdot \text{SOH}$$

Jadrná krmiva

$$\text{BE} = 0,0239 \cdot \text{NL} + 0,0397 \cdot \text{T} + 0,02 \cdot \text{VI} + 0,0174 \cdot \text{BNLV}$$

$$\text{ME} = 0,01588 \cdot \text{SNL} + 0,03765 \cdot \text{ST} + 0,0138 \cdot \text{S VI} + 0,01518 \cdot \text{S BNLV}$$

Cukrová a krmná řepa

$$\text{BE} = 0,01826 \cdot \text{OH}$$

$$\text{ME} = 0,01486 \cdot \text{SOH}$$

Výpočty NEL a NEV

$$\text{NEL} = \text{ME} \cdot (0,463 + 0,24 \cdot q)$$

$$q = \text{ME} / \text{BE}$$

$$\text{NEV} = \text{ME} \cdot \text{Kzp}$$

$$\textcircled{\bullet} \text{Kz} = 0,544 + 0,287 \cdot q$$

$$\textcircled{\bullet} \text{Kp} = 0,006 + 0,780 \cdot q$$

$$\textcircled{\bullet} \text{Kzp} = (\text{kz} \cdot \text{kp} \cdot 1,5) / (\text{kp} + \text{kz} \cdot (1,5 - 1))$$

Výpočet energetické hodnoty krmiv pro prasata

Základem pro výpočet metabolizovatelné energie (ME_p) krmiva, krmné dávky a krmné směsi jsou stravitelné živiny.

$$\text{ME}_p = 0,021 \cdot \text{SNL} + 0,0374 \cdot \text{ST} + 0,0144 \cdot \text{SVI} + 0,0171 \cdot \text{S BNLV} - 0,0014 \cdot \text{C}^+$$

C redukující cukry v g/kg

Korekce na obsah redukujících cukrů je používána u krmiv až když jejich obsah vyšší než 80 g v kg sušiny

Výpočet energetické hodnoty krmiv pro drůbež

Potřeba energie pro drůbež i obsah energie v krmivech se vyjadřuje v **hodnotách bilančně metabolizovatelné energie opravené na dusíkovou rovnováhu (ME_N)**.

Metabolizovatelná energie krmiva se zjišťuje v bilančních pokusech se zvířaty. Od brutto energie krmiva, která se stanoví spálením vzorku v kalorimetru, se odečte spalné teplo trusu. Během pokusu zvířata obvykle ukládají část energie zkoumaného krmiva ve formě bílkovin (mají pozitivní dusíkovou bilanci), a proto je třeba vypočtenou hodnotu opravit, **za každý gram v organismu uloženého dusíku se odečte 36,55 kJ**.

Metabolizovatelnou energii lze také orientačně odhadnout podle obsahu tuku, NL, škrobu a cukru.

Živiny jsou uváděny v g/g krmné směsi

$$ME_N \text{ (MJ/kg)} = 34,31 * \text{Tuk} + 15,51 * \text{NL} + 16,69 * \text{Škrob} + 13,01 * \text{cukr}$$