دانشکده کشاورزی
گروه علوم دامی

Systems for Energy 2 انرژی

سیستم‌های انرژی

سیستم

- سیستم: مجموعه‌ای از عوامل مورد نیاز جهت یک کار، محاسبه، واکنش و ...

- سیستم انرژی
  - معادلات جهت محاسبه انرژی مورد نیاز شامل نگهداری و تولید
  - معادلات جهت محاسبه ارزش انرژی تامین شده از غذا

- سیستم‌های انرژی
  - راه‌های متفاوت برای بیان و محاسبه انرژی مورد نیاز و غذا به دلایل مختلف
- اکثراً معادلات تجربی بوده و از معادلات مکانیستیک (روابط علی-معلولی) کمتر استفاده می کنند

سیستم های مورد استفاده در حیوانات

- طیور
  - ME
- خوک و اسب
  - DE
- گوسفند
  - TDN, DE, ME
- گاو شیری
  - NEl
- گاو گوشتی
  - NEm, NEg

سیستم های انرژی

- سیستم واحد نشاسته ای کلنر
- سیستم اسکاندیناوی
- سیستم AFRC
- سیستم TDN آمریکا
- سیستم NE کالیفرنیا
- سیستم NEL آمریکا
- سیستم INRA فرانسه
- سیستم CSIRO استرالیا
- سیستم DVE/OEB هلند

تاریخچه سیستم های ارزشیابی غذا بر اساس انرژی

- واحد نشاسته ای آلمان
  - توسط کلنر (1912)
  - بستگی میزان حرارت افزایشی با نوع غذا بخصوص با سطح الیاف
  - میزان تولید حرارت افزایشی در نشخوارکنندگان بالا و علت اصلی پیدایش ارزیابی غذا بر اساس سیستم NE
  - نسبت انرژی غذا در حیوانات پرواری به انرژی نشاسته (انرژی خالص)
  - واحد قدیم ارزشیابی غذا در اروپا
  - امروزه در اروپا از واحد ME

تاریخچه سیستم های ارزشیابی غذا بر اساس انرژی

- اتواتر: سیستم انرژی قابل متابولیسم غذا
- واحد اسکاندیناوی
  - میزان جایگزینی غذا بجای جو

- آرمزبی
  - محاسبه میزان ظرفیت غذا می بایستی بر مبنای تولید خالص
  - بازده کلی غذا
    - یعنی میزانی از غذا که منجر به تولید شود
  - سیستم انرژی خالص با استفاده از مطالعات کالریمتری

سیستم TDN آمریکا (NRC)

- انجمن تحقیقات ملی
  - گاو شیری، گوشتی، گوسفند، اسب، طیور
  - در گاو شیری شروع 1944 و بطور متوسط هر 8 سال یک نشریه
- تا سال 1970 از TDN و CP
- خوک و نشخوارکنندگان
- محاسبه میزان کربوهیدرات قابل هضم
- " " " پروتئین
- " " " چربی " ضرب در 25/2
- TDN=DCP+DNFE+DCF+2.25×DEE

توسعه سیستم انرژی خالص غذا

- آرمزبی(1890-1920) پایه سیستم انرژی خالص ENE را بیان نمود
- او تنها برای تعداد کمی از خوراکها انرژی خالص را بدست آورد
- تا سال 1950 این سیستم به همان حالت باقی ماند
- بحث بین هافمن و مور
  - یکسال قبل (1949) مقاله ای که وقتی دانه ذرت جایگزین علوفه یونجه شد با وجود TDN برابر تولید شیر افزایش یافت
  - پیشنهادهای مختلف از جمله مثل وجود فاکتور شیردهی در ذرت
  - مور ENE را محاسبه و مشاهده نمود که میزان آن در دانه ذرت بیشتر
  - انجام دوباره مطالعات بر NE و ساخت اتاقک های تنفسی با هزینه بالا بخصوص در USDA

تاریخچه سیستم های ارزشیابی غذا بر اساس انرژی

- شکل ون ص

سیستم انرژی خالص کالیفرنیا

- نیاز به ارزش متفاوت برای هر غذا بسته به استفاده حیوان
- بازده بیشتر انرژی غذا برای نگهداری نسبت به بقیه اهداف
- بیان ارزش غذاها
  - NEm –
  - NEg –
- سیستم مورد استفاده در گاوهای گوشتی و حیوانات پرواری
- مشکل محاسبه انرژی برای نگهداری
  - دو سطح تغذیه Fasting و Ad libitum –
  - مقدار غذایی که به یک حیوان بالغ داده می شود و تغییر وزنی مشاهده نمی شود –

ا شكل ص 387 ون

احتیاجات غذایی (استانداردهای غذایی)

- استاندارد غذایی
  - جداول احتیاجات به مواد مغذی
- احتیاجات غذایی
  - میانگین احتیاجات مواد مغذی
- حد مجاز غذایی
  - میانگین احتیاجات مواد مغذی+ضریب اطمینان
    - تفاوت های فردی در یک گله
    - تفاوت های بین تک تک نمونه های غذایی

روش های تعیین احتیاجات غذایی

1) آزمایشات تغذیه ای

- سطوح متفاوت تغذیه و محاسبه میزان تغذیه برای هر یک از اعمال حیوان
- نگهداری
  - مقداری از غذا که تعادل منفی انرژی را به صفر وزنی برساند
- تولید
  - سطوح متفاوت تغذیه و برون یابی برای حیوانات تولیدی
  - $E=a \times BW^{0.75}+bG$

2) روش فاکتوریل

روش فاکتوریل

- جمع انرژی های مورد نیاز
- محاسبه مستقیم انرژی نگهداری
  - تولید حرارت میزان سوخت و ساز و حد مجاز فعالیت بدون تغذیه
- محاسبه مستقیم انرژی تولیدی
  - مقدار انرژی افزایش وزن، شیر و ... بر اساس حرارت احتراقی آنها

- روش تغذیه ایی نسبت به فاکتوریل
  - سوخت و ساز پایه در حیوان تولیدی بالاتر
  - فعالیت اختیاری ماهیچه ها را هم در نظر می گیرد

انرژی مورد نیاز

- انرژی نگهداری
  - سوخت و ساز پایه
  - حد مجاز فعالیت
  - هزینه فعالیت های دیگر
  - هزینه شرایط آب و هوایی
- انرژی تولید
  - افزایش وزن
  - شیر
  - آبستنی

سوخت وساز پایه

- حداقل انرژی مورد نیاز برای حفظ حیات در شرایط استراحت کامل
  - توقف اعمال خوردن و هضم
  - رسیدن به کسر تنفسی 7/0
  - کاهش تولید حرارت و سپس ثابت باقی ماندن
  - رسیدن متان به سطح صفر
  - توقف فعالیت ماهیچه ای
  - در حیوانات سوخت و ساز ناشتا بجای سوخت و ساز پایه
  - ناحیه حرارتی خنثی

محاسبه انرژی مورد نیاز سوخت و ساز پایه

- تبدیل انرژی مصرفی به حرارت در اثر سوخت وساز پایه
- ارتباط تولید حرارت با سطح اجسام
- ارتباط سطح بدن با وزن بصورت وزن متابولیکی
- ارتباط تولید حرارت با وزن متابولیکی
- $70Kcal \times (BW)^{0.75}$
  - گونه
  - سن
  - جنس

ناحیه حرارتی خنثی

- ناحیه حرارتی خنثی
  - دامنه ای از درجه حرارت محیط که حیوان در آن ناحیه مصرف انرژی خود را بخاطر درجه حرارت تغییر نمی دهد
  - این دامنه بستگی به توانایی حیوان در تولید حرارت و میزان عایق سازی و دفع حرارت دارد
    - گونه حیوانی (نشخوارکننده در برابر غیرنشخوارکننده)
    - سطح تولید حیوان و یا سطح تغذیه
    - نوع غذا (الیاف، پروتئین)
    - عایق بدنی (چربی زیر پوستی و پشم چینی)
    - رطوبت محیط و سرعت باد

ناحیه حرارتی خنثی

- دمای پائین تر از درجه حرارتی بحرانی پائین
  - افزایش تولید حرارت و افزایش نیاز به نگهداری
- دمای بالاتر از درجه حرارتی بحرانی بالا
  - افزایش نیاز به نگهداری
- شکل ص 471 مک

هزینه فعالیت

- شکل ص 466 مک

نیازمندیهای افزایش وزن (Gain)

- افزایش وزن از یک سلول تا بلوغ فیزیکی
- بلوغ≠ بلوغ فیزیکی
  - بلوغ یا بلوغ جنسی
    - سنی از حیوان که قادر به باروری (تلیسه 8-13 ماهگی یا 55 % وزن بلوغ فیزیکی و گوساله نر 7-9)
  - بلوغ فیزیکی
    - سنی که دیگر افزایش وزنی صورت نمی گیرد (گاو شیری 5-6 سالگی)
- منحنی افزایش وزن بصورت اس شکل در حالت طبیعی
- عوامل محیطی بر آن موثر خصوصاً تغذیه
  - کمبود تغذیه ایی یا محدودیت تغذیه ایی

- شكل ص 482 مك

نیازمندیهای افزایش وزن

- افزایش وزن
  - رشد و پروار
- نمو تفاوت در رشد اندامهای بدن
  - هاموند نمو را بصورت موج های رشد بیان نمود
  - تقدم بافت ها در استفاده از مواد مغذی
    - بافت عصبی و استخوان>بافت ماهیچه ایی> بافت چربی

- نیازمندی افزایش وزن بستگی به کمیت و کیفیت افزایش وزن
- کیفیت یا ترکیب افزایش وزن یا الگوی رشد متفاوت در سنین مختلف

نیازمندی رشد

- نیاز برای مواد مغذی (آب، پروتئین، مواد معدنی) در با افزایش وزن بدن بدون چربی خطی است
  - BW
  - SBW (shrunk body weight)=.96BW
  - EBW (empty body weight)=
  - LBM (lean body mass)=without fat
- تفاوت در میزان چربی با پیشرفت زمان منجر به تفاوت در نیاز انرژی و نسبت سایر مواد مغذی

شكل ص 485 مك

نیازمندی رشد

- ذبح در سنین مختلف
- معادله آلومتریک

- $Requirment=b \times x^a$

- a ضریب رشد
- a>1 برای انرژی و چربی a<1 برای پروتئین، مواد معدنی و ...
- ترکیب یا کیفیت افزایش وزن
  - سن - گونه (گاو و گوسفند)
  - نژاد (کوچک چثه در برابر بزرگ جثه)
  - جنس - نوع تغذیه و سرعت رشد
- بازدهی رشد در سنین مختلف متفاوت

نیازمندیهای شیردهی

- برابر مقدار مواد مغذی موجود در شیر (مقدار و ترکیب شیر)
- NRC(1989) نیاز به انرژی را تنها بر اساس چربی
- شیر 4 % چربی معادل 0/72 Mcal/Kg
- NEl=0.351×0.0962×fat%
- NRC (2001) و ARC ترکیب مواد مغذی ضری در ارزش حرارتی
- NEl=×%fat+×%protein+×% lactose
- ترکیب شیر
- نژاد (هلشتایت کمترین کیفیت) - تغذیه
- هفته شیردهی (اوج شیر کمترین کیفیت) - سن (با افزایش کاهش کیفیت)
- سایر (بیماری، شیردوشی و ...)

سیستم انرژی بریتانیا AFRC

- انرژی غذا: انرژی قابل متابولیسم
- انرژی مورد نیاز: انرژی قابل متابولیسم یا انرژی خالص
- بازده تبدیل انرژی قابل متابولیسم به خالص توسط ضرایب k
- تصحیح برای سطح تغذیه 8/1 درصد کاهش در ME به ازای هر سطح تغذیه
- محاسبه تراکم انرژی قابل متابولیسم و تصحیح برای نوع غذا

$$q_m = \frac{ME}{GE}$$

سیستم انرژی بریتانیا AFRC

- کاهش بازده غذا به بیش از 2 برابر نگهداری
- بازده‌های متفاوت برای نگهداری، رشد و تولید Km, Kg, Kl, Kf, Kw
- احتیاج انرژی نگهداری
- سوخت وساز پایه
- حد مجاز فعالیت
- NEm=F+A=C×0.53×(LBW/1.08)+A
- F: سوخت وساز پایه
- A: حد مجاز فعالیت
- C: 15/1 برای گاو نر و 1 برای گاوهای دیگر

سیستم انرژی ME

- سیستم انرژی مورد استفاده در اکثر کشورهای اروپایی و اکثر گونه ها
- به راحتی قابل اندازه گیری راحت اتلاف بصورت ماده نسبت به انرژی خالص
- سیستمی مناسب برای غیرنشخوارکنندگان
- طیور
- گوسفند
- گاوهای شیری و گوشتی در اروپا
- گاو شیری در سیستم CNCPS

NRC (1989, 2001)

- انرژی مورد نیاز بر اساس انرژی خالص
- انرژی غذا برای گاو گوشتی NEg و NEm و برای گاو شیری NEl که از روی TDN, DE, ME محاسبه می‌شد
- DE=4.409×TDN
- ME=-0.45+1.01×DE
- NEl=0.0245×TDN-0.12
- انرژی مورد نیاز NEl
- بازده مشابه برای نگهداری و تولید شیر در گاوهای شیرده

اشکالات NRC(1989)

- اشکالات TDN
- TDN محاسبه برای سالهای خیلی پیش بوده و با پیشرفت ژنتیکی و فرآوریها ترکیب شیمیایی مواد خوراکی تغییر کرده است
- در هر گونه گیاهی تنوع در ترکیب شیمیایی وجود دارد و ارزش آن ثابت نیست
- TDN محاسبه شده در شرایط آزمایشی تنها در همان شرایط جیره غذایی قابل کاربرد خواهد بود
- TDN محاسبه شده عمدتاً از گوسفند بجای گاو و در سطح نگهداری

اشکلات NRC(1989)

- کسر ثابت 8 درصد برای انرژی خالص شیردهی نسبت به نگهداری در حالیکه دامنه تولید 2 تا 4 برابر نگهداری
- عدم توانایی در بدست آوردن TDN برخی مواد خوراکی

- میزان TDN پنبه دانه 90% یکی در گاو شیری 1989 با چربی 20% و NDF 44% و دیگری در گاو گوشتی 1996 با میزان چربی 5/17% و NDF 6/15%

سیستم NRC 2001

- محاسبه TDN از روی ترکیب شیمیایی بجای آزمایشی
- $TDN_{1X}=tdNFC+tdCP+tdFA\times2.25+tdNDF-7$
- تعیین میزان NFC, CP, EE, NDF
- محاسبه قابلیت هضم حقیقی Td این ترکیبات بر اساس ترکیب شیمیایی
- $tdNDF=0.75\times(NDF_n-L)\times(1-(L/NDF_n)^{0.667})$
- محاسبه NEl غذا بر اساس سطح مصرف خوراک
- تصحیح برای فرآوری غلات PAF
- محاسبه قابلیت هضم فرآورده‌های حیوانی

سیستم NRC 2001

- مقدار کاهش در انرژی قابل هضم با استفاده از میزان ماده خشک مصرفی
- عدم کاهش قابلیت هضم برای جیره های با TDN 60 درصد
- شکل ص 25

- انرژی هضمی کاهش یافته تبدیل به انرژی متابولیسمی و خالص بجای TDN

مقایسه NRC(1989,2001)

- کاهش تخمین NEl خوراکها بخصوص علوفه ها
- افزایش NEl مواد پروتئینی
- NEl تخم پنبه بیشتر از دانه سویا در NRC 89
- NEl دانه سویا بیشتر از تخم پنبه در NRC, 2001
- تخم پنبه NDF بیشتر و CP کمتر
- اثرات همراه
- اثرات متقابل ترکیبات جیره برروی NE جیره
- افزودن مقداری کنسانتره به علوفه منجر به افزایش NE (کاهش متان)
- اثر pH
- پروتئین قابل تجزیه کم در شکمبه

سیستم INRA

- Institut National de la Recherch Agronomique
- انرژی مورد نیاز: انرژی خالص
- مثلاً انرژی مورد نیاز نگهداری بر پایه وزن زنده بدن
$NEm=0.07\times LBW^{0.75}$
- احتیاجات شیردهی: ترکیبات شیر
- احتیاجات آبستنی: روزهای آبستنی
- احتیاجات رشد: وزن بدن ، وزن بدن خالی، وزن بدن بدون چربی

سیستم INRA

- انرژی غذا دو مقدار
  - UFL انرژی خالص شیردهی
  - UFV انرژی خالص افزایش وزن
- برابر با مقدار انرژی خالص یک کیلوگرم جو برای تولید شیر معادل 1700 کیلوکالری انرزی خالص و یا یک کیلوگرم افزایش وزن با انرژی خالص 1820 کیلو کالری
- انرژی ذخایر بدنی 6 مگاکالری به ازای کیلوگرم و با بازده 84% به شیر

سیستم CSIRO

- Common Wealth Scientific and Industrial Research Organization
  - احتیاجات انرژی خالص
  - نگهداری مگاژول در کیلوگرم : $NEm=0.28\times BW^{0.75}$
  - احیاجات رشد از روی امتیاز جثه نسبت به وزن مرجع استاندارد
  - برابر وزنی که توسعه استخوانی کامل شده و وزن بدن خالی حاوی 25% چربی (معادل امتیاز بدنی 3)
  - ME علوفه با استفاده از قابلیت هضم، ADF, DOM
  - ME غلات آزمایش متابولیسمی

CNCPS

- Cornell Net Carbohydrate and Protein System
- مجموعه مقالات 1992 و 1993 (J. Anim. Sci)
- استفاده از مدلهای مکانیستیک در مقابل تجربی
- مدل ریاضی: بیان یک مطلب به شکل کمی (مقدار)
- مدل تجربی: بهترین رابطه رگرسیونی بین داده های بدست آمده از آزمایشات مزرعه‌ایی
- مدل مکانیستیک: معادلات حاصل روابط علی و معلولی ار آزمایشات In vitro

سیستم پروتئین و کربوهیدرات خالص کرنل

- زیر مدلهای
  - نگهداری
  - آبستنی
  - ذخایر بدنی
  - تخمیر شکمبه‌ایی
  - متابولسیم
    - رشد
    - شیردهی
    - مصرف خوراک و ترکیب
    - هضم روده‌ای
    - دفع مواد غذایی

CPM

- Cornell Pennsylvania Miner
  - همکاری متخصصین داشگاه کرنل، پنسیلوانیا و موسسه مینر
  - قالب کاربردی مدل CNCPS
  - تنها برای گاوهای شیری
  - برنامه تجزیه خوراک ون سوست
  - مدل تخمیر شکمبه‌ای و رشد باکتریایی راسل
  - احتیاجات گاوهای شیری توسط فاکس
  - زیر مدل اختصاصی چربی

عدم دقت در استانداردهای غذایی

- استاندارد غذایی
  - جداول احتیاجات حیوانات و راهنمایی برای مواد مغذی مورد نیاز
  - حداقل احتیاجات مورد نیاز
- حد مجاز
  - ضریب اطمینان جهت ارائه مواد مغذی شکل 18-1
  - گروهبندی حیوانات شکل 18-2

- شکل ص 95 چرچ
- شکل ص 469 و 470 چرچ

واحد مورد نیاز برای مواد مغذی

- به صورت درصدی از کل جیره
  - مناسب برای هنگام مصرف غذای کافی
  - مناسب برای مواد مغذی که میزان متابولیسم آن بستگی به دیگر مواد مغذی
  - مناسب برای برخی مواد که با هم رابط هم کوشی، ضدیت دارند
- بصورت مقدار در روز
  - بیان مقدار مطلق مورد نیاز
  - برای ریز مغذی ها مهمتر
  - واحد قابل توصیه در زمان کاهش مصرف غذا (بیماری، تنش،...)