



دانشکده کشاورزی
گروه علوم دامی

چربی ها و کربوهیدرات ها

ابراهیم قاسمی

اهمیت چربی ها در تغذیه نشخوارکنندگان

اثرات مثبت

- ؛ اکسیداسیون بالا در میان ترکیبات آلی و افزایش غلظت انرژی جیره (کاهش توازن منفی انرژی) و افزایش عملکرد شیردهی
- ؛ افزایش جذب مواد مغذی محلول در چربی
- ؛ حاوی اسیدهای چرب ضروری لینولئیک و لینولنیک
- ؛ کاهش گرد و غبار جیره
- ؛ تاثیر مثبت بر تولید مثل

اهمیت چربی ها در تغذیه نشخوارکنندگان

اثرات منفی

اسیدهای چرب ناشباع

- 1- اثر منفی بر تجزیه کنندگان سلولز
- کاهش هضم الیاف (بیشتر از نوع اسیدهای چرب ناشباع)
- 2- کاهش درصد چربی شیر (غیراشباع محافظت نشده)
- تولید اسید چرب ترانس
- اسیدهای چرب اشباع یا منابع حیوانی
- 3- کاهش نرخ عبور، مصرف خوراک و تولید شیر
- 4- تشکیل صابونهای نامحلول Ca و Mg و افزایش نیاز به این کاتیون ها

منابع چربی در جیره نشخوارکنندگان

1- چربی جیره غذایی (2-3%)

2- دانه های روغنی

دانه سویا، پنبه دانه، کلزا، گلرنگ و کتان

3- مکمل چربی

چربی حیوانی (پیه با درجه های مختلف)

روغن های طبخ (زرد)، گیاهی یا ماهی

چربی های خنثی یا گرانولی (عبوری)

نمک کلسیمی اسیدهای چرب

اسید چرب هیدروژنه (پرل)

چربی محافظت شده (چربی کپسوله شده)

توصیه مکمل چربی

Table 3. Recommendations for the Percentage of Fat in Diets Fed to Lactating Cows

| Source | Percentage in total diet |
|-----------------------------------|--------------------------|
| Forages and cereal grains | 2 - 3% |
| Oilseeds and tallow | 2 - 3% |
| Specialty or ruminally inert fats | 2 - 3% |
| Total in diet | 8% |

Table 1. Fatty acid composition and characteristics of different fat sources.¹

| Fat Source | Fatty acids (weight %) | | | | | | Fat (EE) (%) | C ₁₈ UNSA T FA (%) | IV | Fat digest(%) | NE _L -1X, Meal/kg | Dietary addition ² (% of DM) | | | |
|-------------------------------|------------------------|------|------|------|------|------|--------------|-------------------------------|------|---------------|------------------------------|---|-----|--------------|-----|
| | 14:0 | 16:0 | 16:1 | 18:0 | 18:1 | 18:2 | | | | | | 18:3 | IV | ADF, % of DM | 19 |
| Oilseeds | | | | | | | | | | | | | | | |
| Cottonseed | 0.8 | 22.7 | 0.8 | 2.3 | 17.0 | 41.8 | 0.2 | 19.3 | 68.7 | 107 | 86 | 1.83 | 2.0 | 1.7 | 1.9 |
| Linseed oil | --- | 5.3 | --- | 4.1 | 20.2 | 12.7 | 53.3 | 100 | 86.2 | 185 | 86 | --- | 2.0 | 1.3 | 1.5 |
| Rapeseed (canola) | --- | 4.8 | 0.5 | 1.6 | 53.8 | 22.1 | 11.1 | 40.5 | 87.0 | 119 | 86 | 3.36 | 2.0 | 1.3 | 1.5 |
| Safflower oil | 0.1 | 6.2 | 0.4 | 2.2 | 11.7 | 74.1 | 0.4 | 100 | 86.2 | 145 | 86 | --- | 2.0 | 1.3 | 1.5 |
| Soybeans | 0.1 | 10.3 | 0.2 | 3.8 | 22.8 | 51.0 | 6.8 | 19.0 | 80.6 | 131 | 86 | 2.58 | 2.0 | 1.4 | 1.6 |
| Sunflower | --- | 5.4 | 0.2 | 3.5 | 45.3 | 39.8 | 0.2 | 41.9 | 85.3 | 113 | 86 | 3.22 | 2.0 | 1.3 | 1.5 |
| Animal fats and blends | | | | | | | | | | | | | | | |
| Tallow | 3.0 | 24.5 | 3.7 | 19.3 | 40.9 | 3.2 | 0.7 | 99.8 | 44.8 | 48 | 68 | 4.33 | 3.0 | 2.5 | 2.9 |
| Yellow grease | 1.8 | 22.1 | 3.5 | 11.5 | 43.7 | 14.6 | 0.9 | 99.0 | 59.2 | 72 | --- | --- | 2.5 | 1.9 | 2.2 |
| Choice white grease | 1.9 | 23.4 | 4.3 | 13.3 | 43.4 | 10.9 | 1.3 | 99.0 | 55.6 | 62 | --- | --- | 2.5 | 2.1 | 2.4 |
| Commercial fats | | | | | | | | | | | | | | | |
| Calcium salts | 1.3 | 48.0 | 1.1 | 4.1 | 36.5 | 7.8 | 0.3 | 84.5 | 44.6 | 49 | 86 | 4.80 | --- | --- | --- |
| Emer Gil ² | --- | 46.5 | --- | 3.0 | 38.5 | 10.0 | --- | 85.0 | 48.5 | 53 | --- | --- | --- | --- | --- |
| Megalac ³ | --- | 47.1 | --- | 4.7 | 36.5 | 9.4 | 1.2 | 85.0 | 47.1 | 53 | --- | --- | --- | --- | --- |
| Megalac-R ⁴ | --- | 25.9 | --- | 3.5 | 32.9 | 31.8 | 4.7 | 85.0 | 69.4 | 100 | --- | --- | --- | --- | --- |
| Rumolac ⁵ | --- | 9.0 | --- | 9.0 | 31.5 | 38.5 | --- | 82.0 | 70.0 | 98 | --- | --- | --- | --- | --- |
| Hydrolyzed tallow FA | 2.4 | 39.7 | 0.7 | 42.7 | 10.9 | 1.0 | --- | 99.2 | 11.9 | 12 | 79 | 5.17 | --- | --- | --- |
| Partially Hydrogenated Tallow | 1.9 | 25.6 | 0.5 | 44.9 | 22.9 | 0.5 | 0.1 | 99.5 | 23.5 | 22 | 43 | 2.84 | --- | --- | --- |

Table 2. Summary of Specialty Fat Sources*

| Product | Company | Ingredient Composition | Fat % |
|----------------|-----------------------|---|-------|
| Megalac | Church and Dwight Co. | Calcium Salts of Palm Oil Fatty Acids | 80 |
| Energy Booster | Milk Specialties Co. | Relatively Saturated Free Long-Chain Fatty Acids - Prilled Fat* | 99 |
| Booster Fat | Balanced Energy Co. | Tallow plus Soybean Meal Treated with Sodium Alginate | 90 |
| Alifet | U.S.A. | Hydrogenated Tallow** Mixed with Wheat Starch and Crystallized | 92 |
| Dairy 80 | Morgan Mfg. | Hydrogenated Tallow - Prilled Contains some Phospholipid, Flavor, and Coloring Agents | 80 |
| Carolac | Carolina Byproducts | Hydrogenated Tallow - Prilled | 98 |

* Shaver, 1990. Fat sources for high-producing dairy cows. Proceedings Minnesota Nutrition Conference.

* Prilled Fat -- Fat processed into small spherical pellets.

** Hydrogenated Tallow -- Tallow that has been chemically saturated.

متابولیسم چربی در شکمبه

1 - هیدرولیز سریع تری گلیسرید

2 - هیدروژن دار کردن زیستی اسیدهای غیر اشباع

3 - عدم استفاده یا اکسیداسیون اسید چرب

اسید چرب خوراک مصرفی و ورودی به روده

~100% هیدرولیز

~ بیوهیدروژنه شدن تا 90% اسیدهای چرب چربی جیره

؛ تولید C 18:0 و انواع ایزومرهای C18:1

| Abbr. ^a | Common | Intake, g/d | Duodenal, g/d |
|--------------------|-----------|-------------|---------------|
| C18:0 | Stearic | 18 | 252 |
| C18:1 | Oleic | 99 | 45 |
| C18:2 | Linoleic | 181 | 38 |
| C18:3 | Linolenic | 42 | 5 |

^aNumber of carbons:number of double bonds.

From Jenkins and Bridges (2007)

اسیدهای چرب ترانس

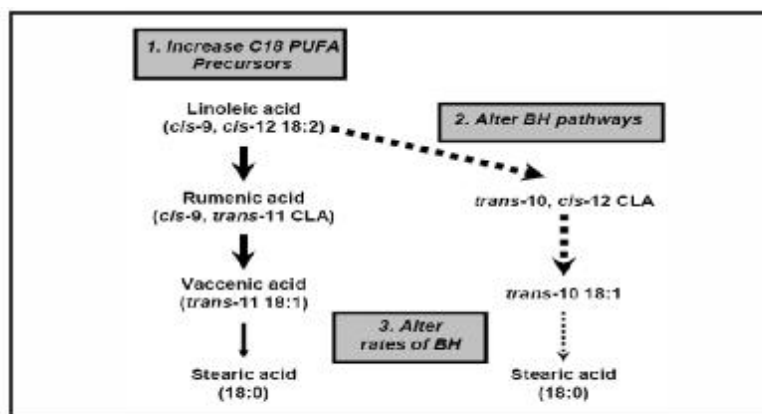


Figure 1. Generalized scheme of ruminal biohydrogenation (BH) of linoleic acid under normal conditions (left side) and during diet-induced milk fat depression (dotted lines, right side) (CLA = conjugated linoleic acid and PUFA = polyunsaturated fatty acids). The grey boxes highlight 3 potential means by which dietary components can increase the risk of milk fat depression (Bauman and Grinari, 2005).

Table 16.3 Total fatty acid composition of bovine milk lipids

| Fatty acid | Weight (%) | Fatty acid | Weight (%) |
|--------------------------------|------------|--------------------------------|------------|
| C _{4:0} | 3.3 | C _{16:0} ^a | 0.20 |
| C _{6:0} | 2.3 | C _{16:0} | 34.5 |
| C _{8:0} | 1.3 | C _{16:1} | 1.4 |
| C _{10:0} | 2.7 | C _{17:0} | 0.44 |
| C _{10:1} | 0.16 | C _{18:0} | 9.8 |
| C _{12:0} | 2.9 | C _{18:1} | 20.8 |
| C _{12:1} | 0.02 | C _{18:2} | 1.9 |
| C _{14:0} ^a | 0.04 | C _{18:2 c-9,t-11} | 0.6 |
| C _{14:0} | 10.0 | C _{18:2 t-10,c-12} | 0.01 |
| C _{14:1} | 0.85 | C _{18:3} | 0.25 |
| C _{15:0} | 0.81 | C ₂₀ | 0.13 |

^aBranched chain.

Adapted from Givens D I, Kliem K E, Humphries D J, Shingfield K J and Morgan R 2009 *Animal* 3: 1067-74.

انرژی چربی

 هضم و جذب نیاز به امولسیونه شدن

 وجود لیپاز

 وجود اسید چرب غیر اشباع

 لیزولستین (حاصل تجزیه فسفولیپید میکروبی)

 NEI مکمل چربی

 درصد اسید چرب

 قابلیت هضم اسید چرب

⊕ مقدار مصرف خوراک

⊕ مقدار چربی

⊕ درجه غیر اشباع بودن

| Feed Name/Description | Inter-national Feed No. | TDN-IX % | TDN Equation Class | PAF | DE-IX Mcal/kg | ME-3X Mcal/kg | NEL-3X Mcal/kg |
|-------------------------------|-------------------------|----------|--------------------|------|---------------|---------------|----------------|
| Hulls | 1-01-599 N SD | 34.3 | Conc | 1.00 | 1.51 | 0.95 | 0.48 |
| Meal, solvent, 41% CP | 5-01-630 N SD | 66.4 | Conc | 1.00 | 3.40 | 2.70 | 1.71 |
| FATS AND OILS | | | | | | | |
| Calcium soaps | IFN N SD | 163.5 | Fat | 1.00 | 6.83 | 6.27 | 5.02 |
| Hydrolyzed tallow fatty acids | IFN N SD | 175.3 | Fat | 1.00 | 7.37 | 6.75 | 5.41 |
| Partially hydrogenated tallow | IFN N SD | 96.0 | Fat + C | 1.00 | 4.05 | 3.72 | 2.97 |
| Tallow | IFN N SD | 147.4 | Fat + C | 1.00 | 6.17 | 5.86 | 4.53 |
| Vegetable oil | 4-05-077 | 184.0 | Fat + C | 1.00 | 7.70 | 7.07 | 5.63 |

اثرات چربی بر راندمان تولید مثلی

افزایش میزان آبستنی

کاهش توازن منفی انرژی

افزایش توسعه فولیکولی

افزایش تحریک ساخت پروژسترون

کاهش PGF و تحلیل جسم زرد

کربوهیدرات ها

اهمیت کربوهیدرات ها

70٪ درصد جیره غذایی نشخوارکنندگان

- ؛ تامین انرژی برای میکروبهای شکمبه و حیوان میزبان
- ؛ منبع تامین انرژی برای ساخت پروتئین میکروبی (پروتئین شیر)
- ؛ حفظ سلامت دستگاه گوارش و حیوان
- ⊕ اسیدوز، نفخ، لنگش، افت چربی شیر، کتوز

تقسیم بندی کربوهیدرات ها در بیوشیمی



تقسیم بندی کربوهیدرات ها در نشخوارکنندگان

1- کربوهیدرات های غیر الیافی NFC

؛ در بخش داخل سلولی

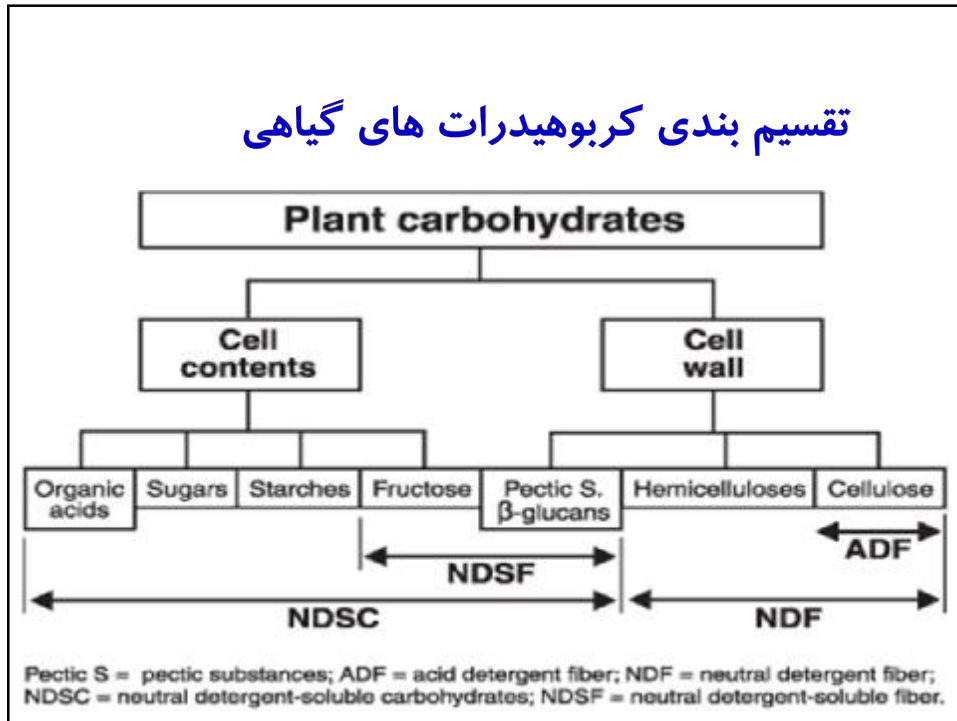
؛ تعیین به روش محاسباتی

2- کربوهیدرات های الیافی NDF

؛ در بخش دیواره سلولی

؛ تعیین به روش ون سوست

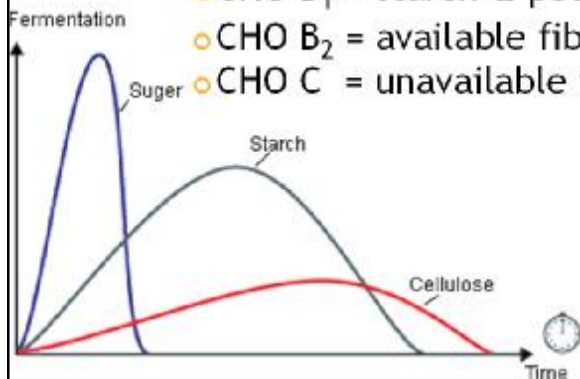
تقسیم بندی کربوهیدرات های گیاهی



تقسیم بندی کربوهیدرات ها در مدل CNCPS

☞ بر اساس نرخ تجزیه در شکمبه

- ☞ CHO A = sugars
- ☞ CHO B₁ = starch & pectin
- ☞ CHO B₂ = available fiber
- ☞ CHO C = unavailable fiber (lignin×2.4)



کربوهیدرات های غیر الیافی و غیر ساختاری

کربوهیدرات های غیر الیافی (NFC)

منبع انرژی و ساخت پروتئین میکروبی (لاکتوز و پروتئین شیر)

تعیین به روش تفاوتی

$$100 - (\text{NDF} + \text{CP} + \text{EE} + \text{Ash})$$

کربوهیدرات غیر ساختاری (NSC)

تعیین به روش آنزیمی یا فریک سیانید

تفاوت در دو بخش پکتین و اسیدهای آلی می باشد

TABLE 4-1 Nonstructural (NSC) and Nonfiber (NFC) Analyses of Selected Feedstuffs (adapted from Miller and Hoover, 1998)

| Feedstuff | NDF | NFC ^a | NSC ^b |
|----------------------------|---------|------------------|------------------|
| | % of DM | | |
| Alfalfa silage | 51.4 | 18.4 | 7.5 |
| Alfalfa hay | 43.1 | 22.0 | 12.5 |
| Mixed mainly grass hay | 60.9 | 16.6 | 13.6 |
| Corn silage | 44.2 | 41.0 | 34.7 |
| Ground corn | 13.1 | 67.5 | 68.7 |
| Beet pulp | 47.3 | 36.2 | 19.5 |
| Whole cottonseed | 48.3 | 10.0 | 6.4 |
| High moisture shelled corn | 13.5 | 71.8 | 70.6 |
| Barley | 23.2 | 60.7 | 62.0 |
| Corn gluten meal | 7.0 | 17.3 | 12.0 |
| Soyhulls | 66.6 | 14.1 | 5.3 |
| Soybean meal, 48 % CP | 9.6 | 34.4 | 17.2 |

^aNFC, % = 100 - (NDF, % + CP, % + fat, % + ash, %).

^bNSC = nonstructural carbohydrates determined using an enzymatic method (Smith, 1981).

کربوهیدرات های غیر الیافی

1- قندها و اسیدهای آلی

؛ 2-5% جیره

؛ در داخل سلول نابالغ گیاهان

؛ منابع خوراکی: ملاس، چغندر قند، دانه ذرت، آب پنیر و لگوم و گراس تازه

؛ سریع تخمیر و تولید بوتیرات در شکمبه

2- نشاسته

؛ داخل سلولهای گیاهی

؛ نامحلول در آب

؛ گیاهان گرامینه گرمسیری و غلات

؛ قابلیت هضم بالا و در صورت فرآوری سریع تخمیر

؛ سورگوم > ذرت > جو > گندم > یولاف

؛ منبع پروبیونات و گاهاً لاکتات

؛ 20%-30 ماده خشک جیره

منابع کربوهیدرات های غیر الیافی

3- فروکتان

؛ علوفه گرامینه مناطق معتدله (تا 30% ماده خشک)

4- پکتین

؛ در دیواره سلولی

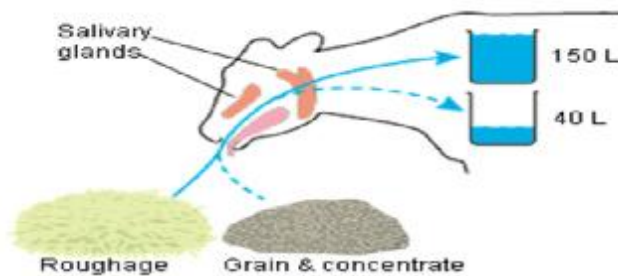
؛ سریع تخمیر

؛ منبع استات در شکمبه

؛ تفاله و لگوم ها

کربوهیدرات های الیافی (NDF)

- ؛ سلولز و همی سلولز و لیگنین
- ؛ منبع انرژی و ساخت پروتئین میکروبی و سلامتی حیوان
- ؛ خاصیت شیمیایی: نرخ تخمیر آهسته و تولید اسید کم
- ؛ خاصیت فیزیکی: تحریک جویدن و ترشح بزاق و افزایش ظرفیت بافری شکمبه



تعیین کربوهیدرات های ساختاری

CF_z

- ؛ الیاف حاصل در اسید و سپس قلیای داغ
- ؛ عمدتاً سلولز و مقداری لیگنین نامحلول در قلیا

NDF_z

- ؛ روش استفاده از شوینده خنثی
- ⊕ استفاده از سدیم سولفید جهت برداشت آلودگی پروتئینی
- ⊕ آمیلاز مقاوم به حرارت جهت تسهیل در فیلتراسیون غذاهای نشاسته ایی مثل غلات و سیلوهای ذرت

غلظت NDF و NFC در جیره؟

اهمیت در گاوهای پرتولید

(1) انرژی

n تولید شیر (چربی، پروتئین و لاکتوز)

(2) سلامتی

n تحریک نشخوار، ترشح بزاق، خنثی سازی اسید شکمبه و حفظ درصد چربی شیر

غلظت NDF و NFC در جیره؟

z تامین حداقل مقدار NDF برای سلامتی و حداکثر NFC
برای تولید شیر

i حداقل NDF در جیره 25% و حداکثر NFC 44%

☞ دانه ذرت بعنوان منبع غله

☞ 19 درصد NDF جیره علوفه ایی

☞ جیره بصورت TMR

☞ اندازه ذرات علوفه ایی مناسب

☞ عدم استفاده از غلات فرآوری شده

☞ بافر

☞ در ایران؟

غلظت NDF و NFC در جیره؟

| حدقل ADF جیره | حداکثر NFC جیره | حدافل NDF جیره | حدقل NDF علوفه |
|---------------|-----------------|----------------|----------------|
| 17 | 44 | 25 | 19 |
| 18 | 42 | 27 | 18 |
| 19 | 40 | 29 | 17 |
| 20 | 38 | 31 | 16 |
| 21 | 36 | 33 | 15 |

NDF علوفه ایی و غیر علوفه ایی

نDF علوفه ایی

؛ اندازه ذرات بزرگ

؛ چگالی کم و تجزیه پذیری کند

نDF غیر علوفه ایی

؛ (تفاله چغندر، پوسته سویا و خوراک گلوتن ذرت)

؛ اندازه ذرات ریز

؛ چگالی بیشتر

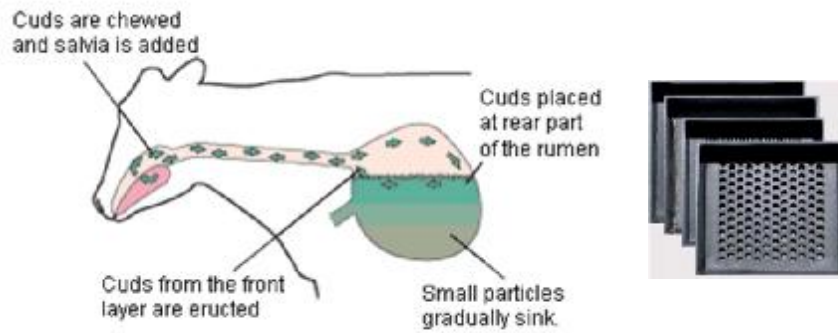
؛ بین 30 تا 80% علوفه موثر

موثر بودن NDF

چربی شیر

pH شکمبه

فعالیت نشخوار



موثر بودن NDF

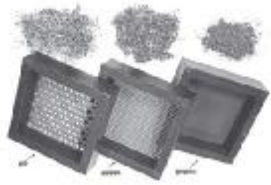
eNDF

؛ حداقل NDF یک خوراک جایگزین شونده علوفه خشبی بدون

کاهش درصد چربی شیر

؛ هم ترکیبات شیمیایی

؛ هم خواص فیزیکی



موثر بودن NDF

peNDF

به مشخصه فیزیکی الیاف (اساساً اندازه ذرات) که فعالیت جویدن را تحریک می کند و منجر به خصوصیت دو فازی شکمبه می شود

تنها خواص فیزیکی NDF

$P_{ef} \times NDF$

نسبت مواد باقیمانده روی الک 1/18 میلی متر ضریبدر NDF

یونجه (NDF= 50% و نسبت 90%) $PeNDF = 0.9 \times 50 = 45\%$

حداقل PeNDF مورد نیاز 21% جهت حفظ سلامت و حفظ در صد چربی شیر

PeNDF=22 آنگاه pH= 6

تفاوت eNDF و peNDF

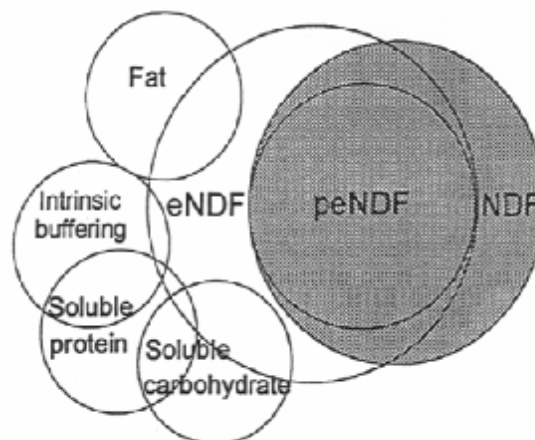


Figure 1. Illustration of the relationships among NDF, physically effective NDF, and effective NDF.