کربوهیدراتها

- کربوهیدراتها از سه جزء کربن، هیدروژن و اکسیژن به نسبت- هاي 1، 2، 1 تشکیل شده اند (CH_2O).
- محصول فتوسنتز در گیاهان.
  - مهمترین واکنش شیمیایی در جهان
- $6CO_2+6H_2O+673Kcal \longrightarrow C_6H_{12}O_6+6O_2$
- در بدن حیوانات و گیاهان ساخته میشوند
  - مکانیسم ساخت آنها در این دو گروه متفاوت است.

- از غذاهاي ضروري محسوب نمي شوند
- مهمترين منبع انرژي غذايي دامها را تشكيل مي‌دهند.
  - ميتوانند از قندهای دیگر، اسیدهای آمینه و چربیها ساخته شوند.
- دارای نقش اساسي در تغذيه دامها هستند.
  - بيش از 80 درصد مواد غذايي حيوانات
  - بيش از 75 درصد مواد خشك تمام گياهان

مقدار کربوهیدرات در بدن حیوانات کم مي باشد (کمتر از 1%).
کربوهیدرات اضافي پس از فراهم ساختن انرژي مورد نیاز حیوانات، به چربي تبدیل شده و ذخیره مي گردند.

انرژي (کالري) چربي 2.25 برابر ئیدروکربنها است.

چربیها وزن کمتري را به ازاء مقدار انرژي ذخیره شده میگیرند

همه گیاهان داراي منابع خوب کربوهیدرات نیستند.

هر نوع کربوهیدراتي توسط هر حیواني هضم نخواهد شد.

نوع حیوان و ئیدروکربن مورد استفاده باید در نظر گرفته شود.

طبقه بندی کربوهیدراتها

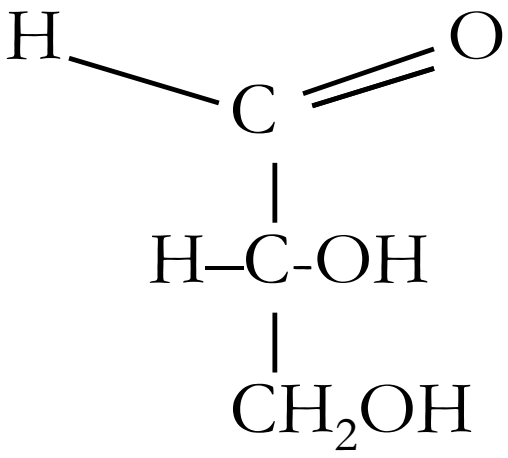
- روشهای مختلف ارائه شده
  - یک روش، بنا بر تعداد قند موجود در یک کربوهیدرات.
- الف- منوساکاریدها (قندهاي ساده)

  جدا از هم هستند
  - اساس تشکیل دهنده همه ئیدروکربها
- معمولاً داراي 3، 4، 5 و 6 اتم کربن هستند
  - بعضي هم بیش از شش کربن
- بیشتر این قندهاي ساده داراي مزه شیرین
- درجه شیریني آنهابا یکدیگر متفاوت است.

A. Monosaccharides

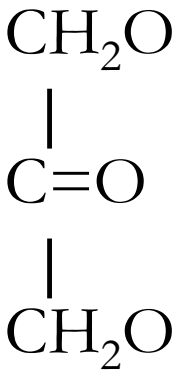
a) Trioses ($C_3H_6O_3$)

e.g. Glyceraledehyd



Aldose

Dihydroxyacetone

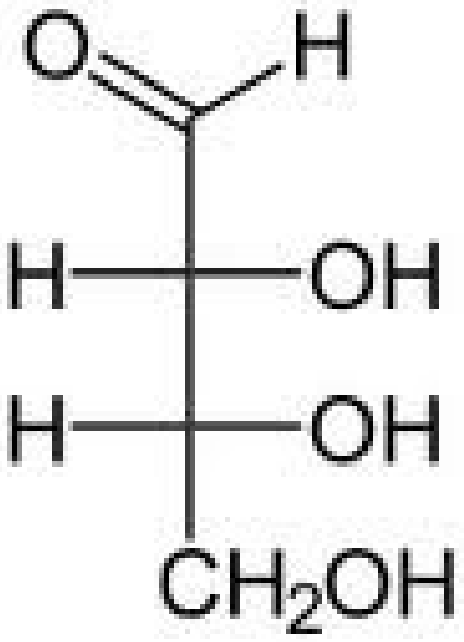


Ketose

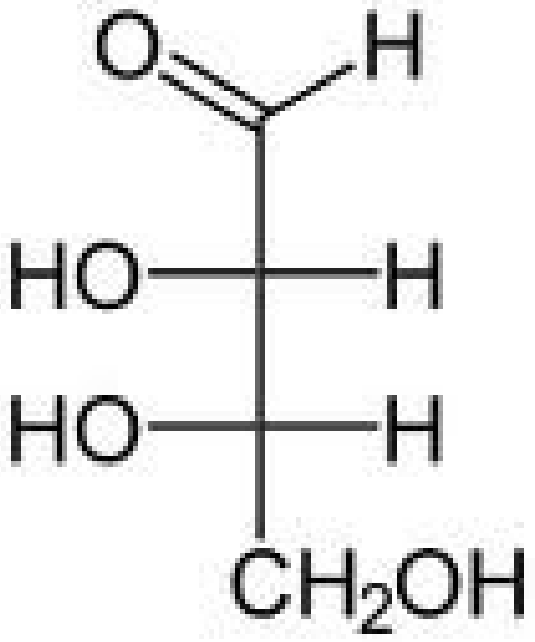
ازسوخت و ساز گلوکز بدست می آیند

چهار کربنی ها

قندهای ساده ای که از چهار کربن تشکیل شده اند



D-Erythrose



L-Erythrose

جلسه 10

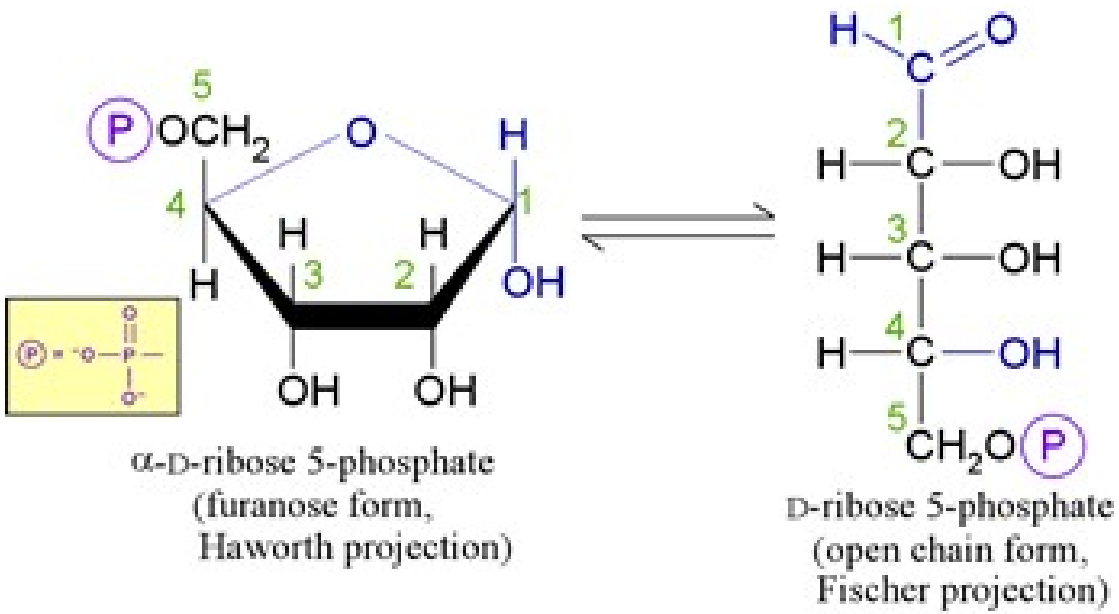
پنج کربنی ها

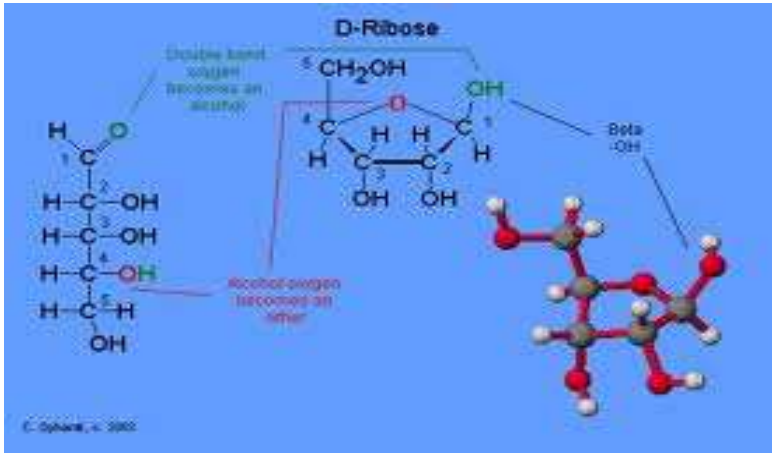
این قندها بطور معمول با درصد کمی در گیاهان و حیوانها یافت میشوند

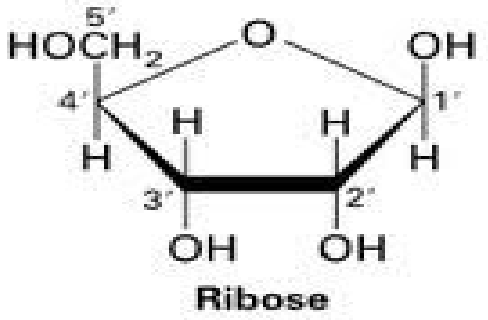
بعضی از این قنها از نظر فیزیولژی برای بدن بسیار ضروری هستند

ازغذاهای ضروری نیستند، می توانند از شش کربنی ها، پروتیین و گلیسرول ساخته شوند

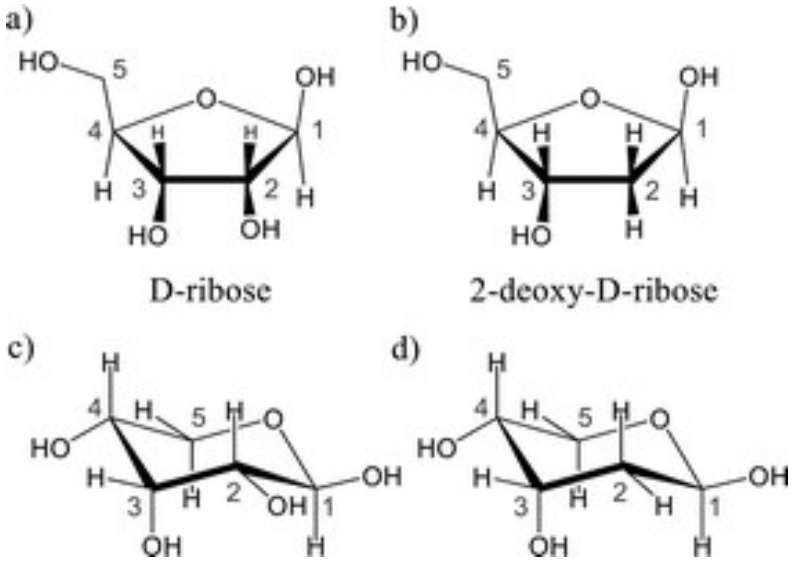
(ATP,ADP, RNA and Riboflavin in every living cell)



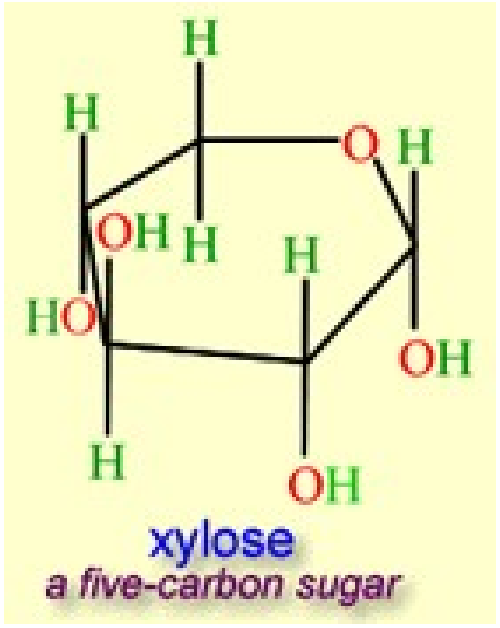


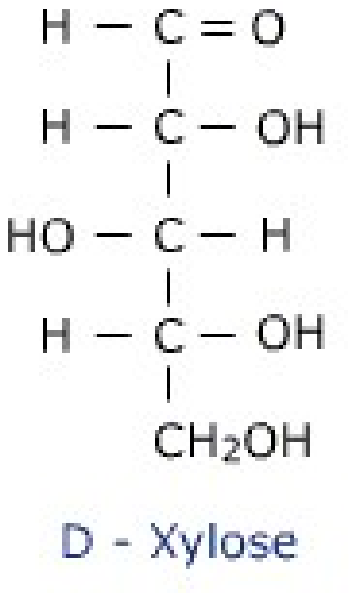


این پنج کربنی در DNA (Deoxy ribo nucleic acide) پیدا می شوند
هر دوی ریبوز و دی ریبوز در انتقال وراثت نقش اساسی دارند



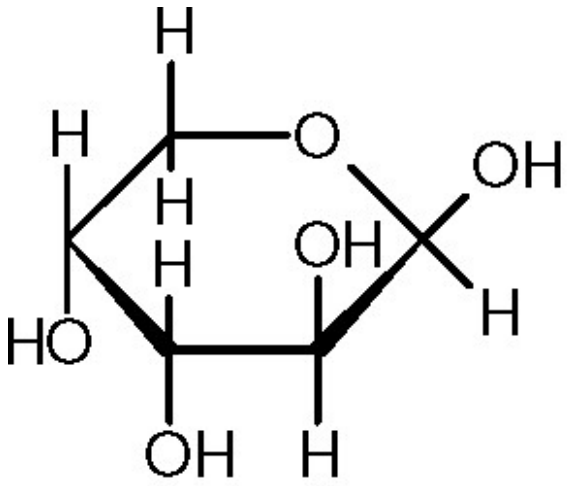
دی اکسیلاز یک شکر پنج کربنی پلیمر آن اکسیلان (Xylan) نام دارد
در قسمت چوبی گیاهان (کاه، علوفه خشک،پوسته غلات و غیره) یافت میشود
قسمی از همی سلولز است



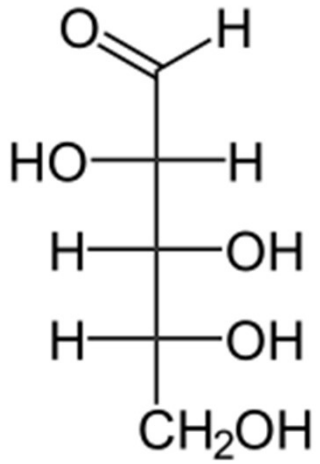


Arabinose

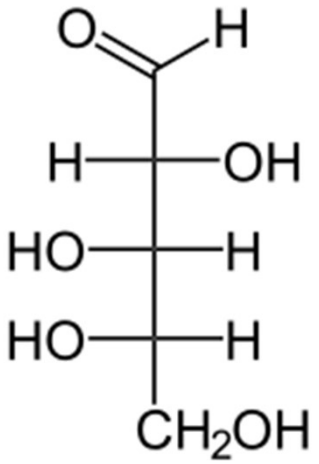
بخشی از همی سلولز، پلیمر آن (Arab) نامیده میشود



β-D-arabinose



D-Arabinose



L-Arabinose

همی سلولز

در گیاهان وجود دارند

پنج کربنه ها قسمت اعظم آن را تشکیل می دهند

غیر از پنج کربنه ها شش کربنه ها (هگزوزها) در آنها نیز بکار رفته

در آب جوش غیر محلول و در باز رقیق و اسید محلول هستند

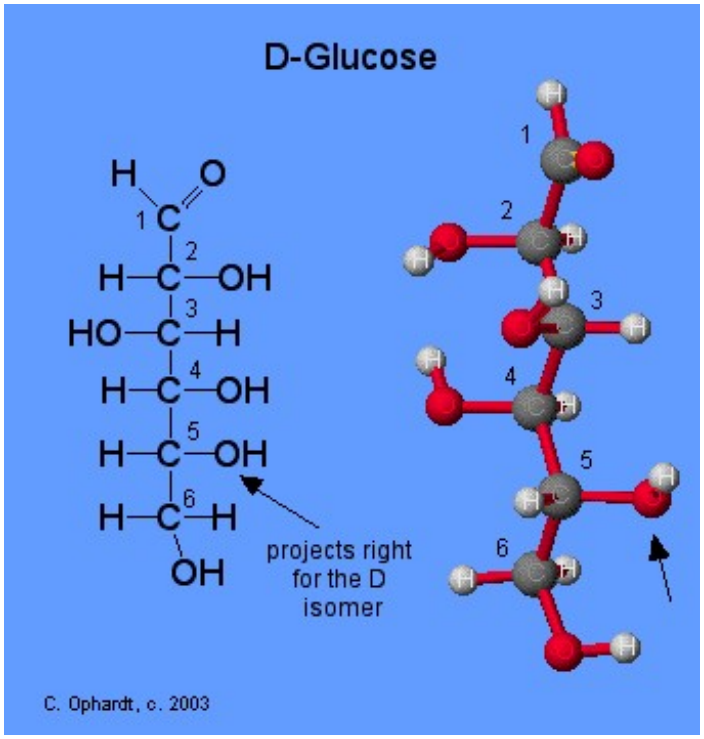
معده و روده حیوانات آنزیم هضم کننده آن را ندارند

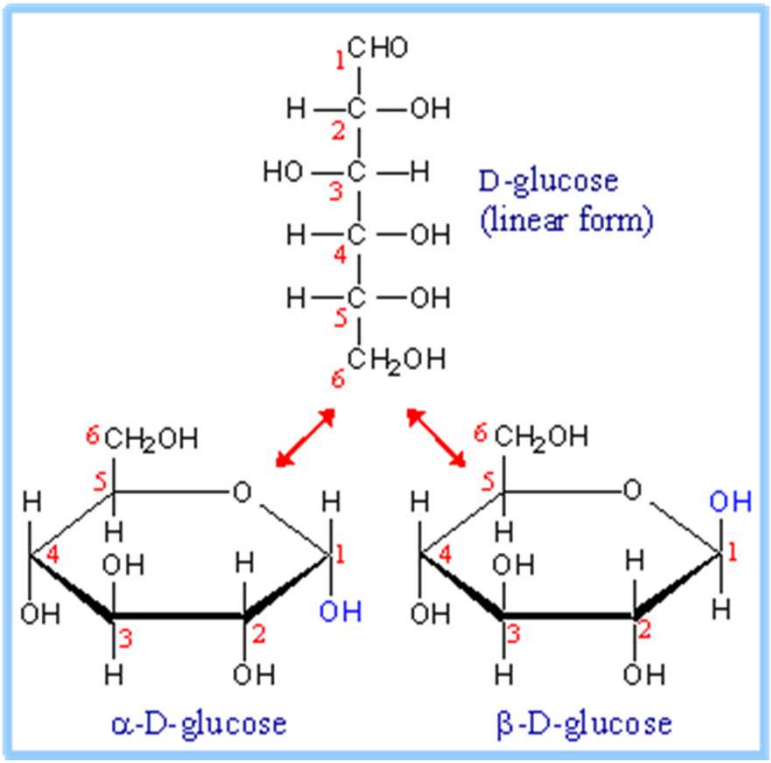
میکروبهای موجود در شکمبه وسکوم و مقدار کمی در روده بزرگ دارای این انزیمها هستند

شش كربني‌ها

- بيشترين ئيدروكربنها در طبيعت را تشكيل مي‌دهند.
- مهمترين آنها از نظر تغذيه :
- الف) آلفا – دي – كلوكز (a- D –Glucose)
- اين قند منبع اصلي فراهم كننده انرژي براي غيرنشخوارکندگان و نشخوارکنندگان كه از كنسانتره يا دانه غلات استفاده مي‌كنند، مي باشد.
- پليمر آن نشاسته (Starch) ناميده مي‌شود.
- نشاسته معمولاً در همه حيوانات نشخوارکننده و غيرنشخوارکننده به راحتي هضم مي‌شود .

Glucose


D-Glucose
projects right for the D isomer
C. Ophardt, c. 2003


D-glucose (linear form)
α-D-glucose
β-D-glucose

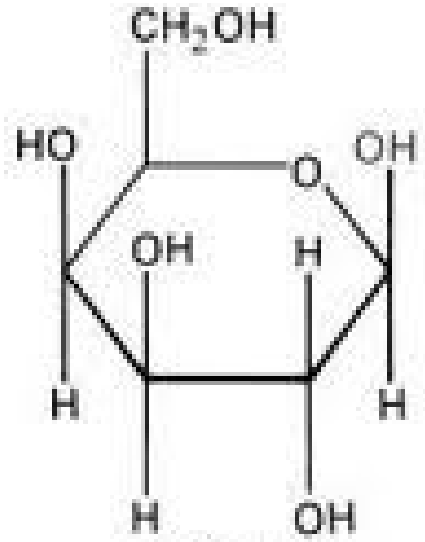
بتا-دي-گلوكز) (B-D-glucose

- اين شش كربني از تركيباتي همانند a-D-Glucose ساخته شده‌اند ولي پلي‌مر آن سلولز ناميده مي‌شود.
- سلولز در معده حيوانات قابل هضم نيست.
- ميكروبهاي داخل شكمبه نشخواركنندگان مي توانند باندهاي سلولز را بشكنند.
- وقتي كه باندهاي سلولز شكسته شد و قندهاي شش كربني از همديگر آزاد شدند، اين قندها مي‌توانند مانند a-D-glucose براي توليد انرژي مورد استفاده قرار گيرند.

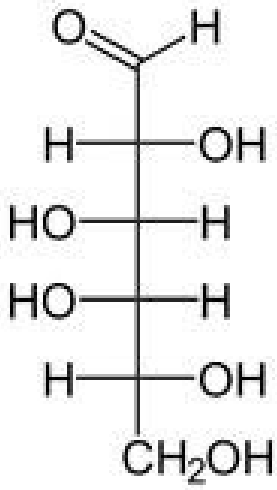
بتا– دي– گالاكتوز B-D-galactose

- در شير پيدا مي‌شود
  يكي از دو شكر تشكيل دهنده لاكتوز شير است.
- يك منبع خوب انرژي براي حيوانات به استثناي پرندگان
- بعضي از كامپلكسهاي گالاكتوز در مغز و دستگاه عصبي دخالت دارند.
- در گياهان نيز گلاكتوز و جود دارد.

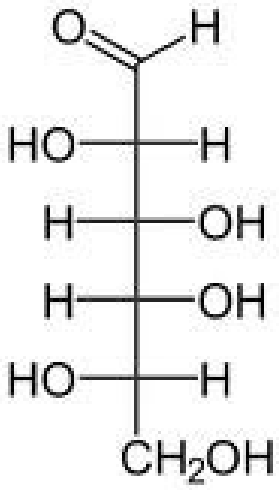
galactose



β-Galactose



D-Galactose

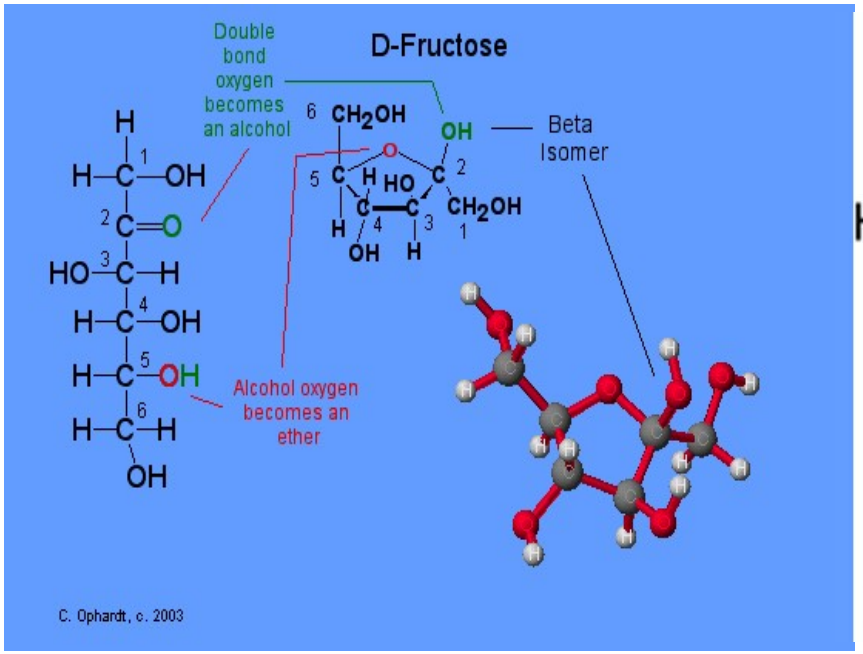


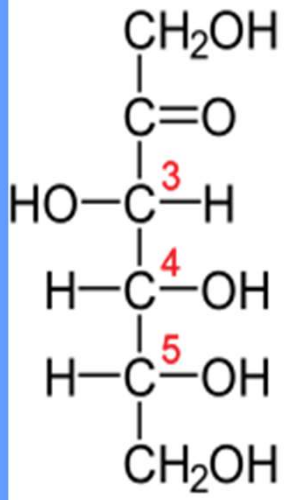
L-Galactose

بتا-دي-فراكتوز B-D-fractose

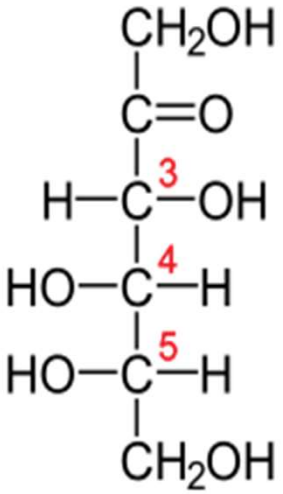
- تنها كيتون مهمي است كه در طبيعت وجود دارد.
- فراكتوز در عسل و ميوه‌ها وجود دارد.
- اين قند با گلوكز ساكارز يا شكر آشپزخانه را مي سازد.
- فراكتوز داراي شيريني بيشتري از بقيه ئيدروكربنها است.
- فقط دو تک قندي ساده گلوكز وفراكتوز به طور آزاد در طبيعت وجود دارند، بقيه اكثراً بوسيله تجزيه پلي‌مر قندها به دست مي آيد.

fructose

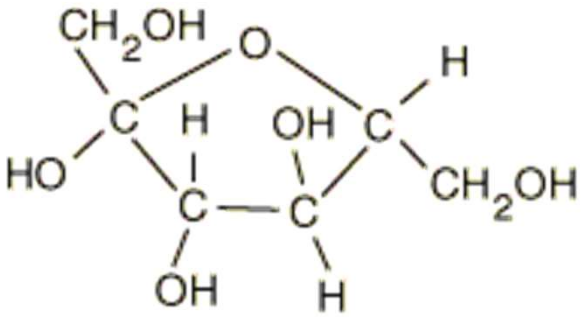




D-Fructose



L-Fructose



Fructose

جلسه 11

دي‌ساكارايد – دوقنديها (Disaccharides)

- از پيوند دو يك قندي تشكيل مي‌شود
- در اين پيوند يك مولكول آب با جداشدن يك OH از يك قند و يك هيدروژن از قند ديگر، جدا مي شود.
- بنابراين فرمول دوقندي‌ها $C_{12}H_{22}O_{11}$ مي‌شود.
- بعضي از دوقنديها در طبيعت خيلي متداول هستند ولي بطوركلي بيشتر دو قند هميشه با هم ايجاد باند مي‌كنند.
- نوع باند داراي اهميت زيادي است.

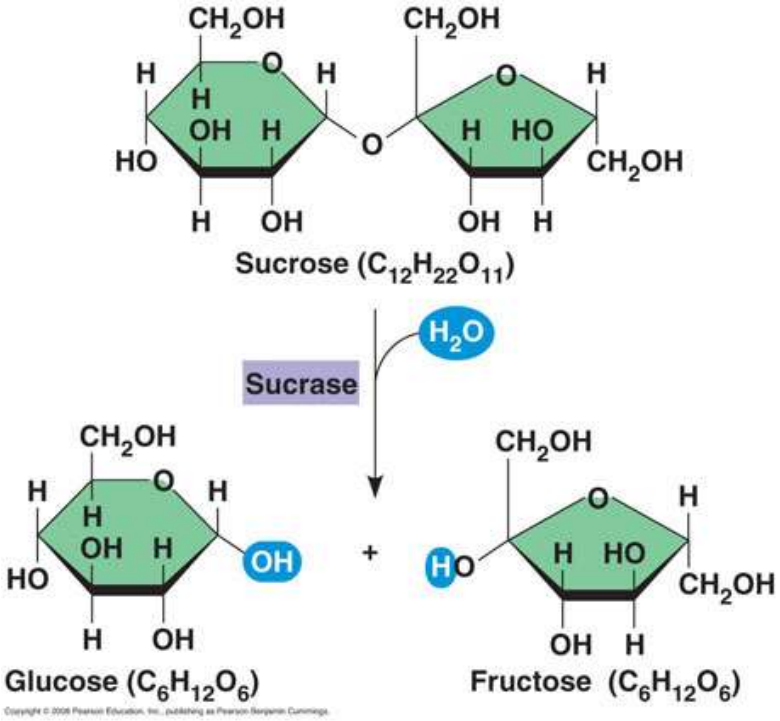
ساكاروز (Sucrose) قند معمولي

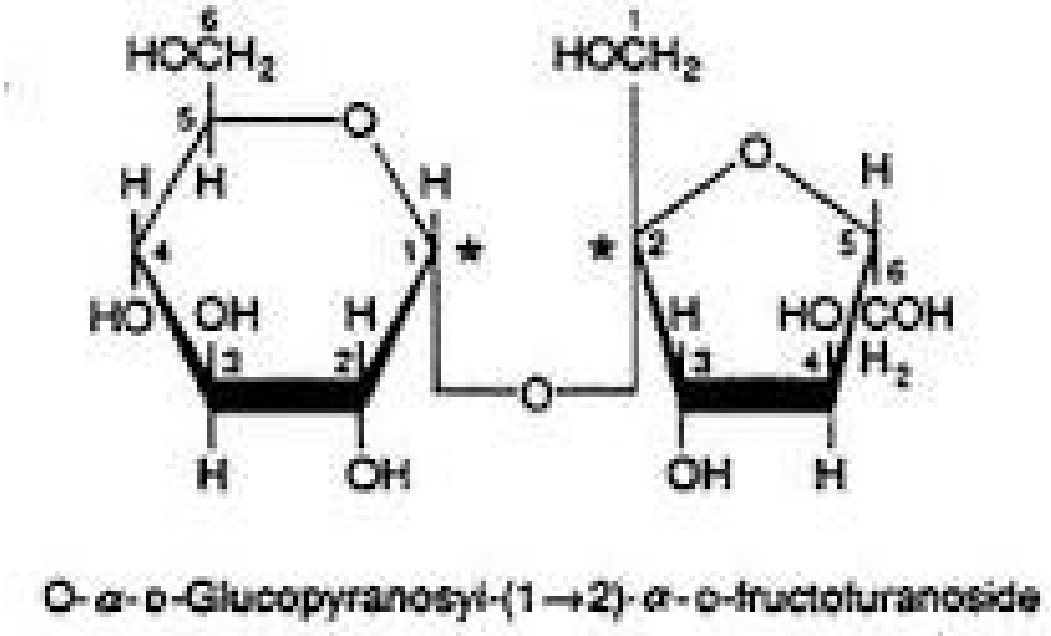
- از دو هگزوكربن گلوكز و فراكتوز تشكيل شده است.
- پيوند بين اين دو هگزوكربن به راحتي در بيشتر حيوانات شكسته مي‌شود.

- شكنندگي اين باندها در حيوانات و سنين مختلف متفاوت است.
  + بعنوان يك منبع انرژي سريع در جيره حيوانات مي توان استفاده كرد
  + هرچه ازتولد نوزاد حيوان مي گذرد مقدار ترشح ساكاراز بيشتر ميشود.

- در چغندرقند، نيشكر و ملاس يافت مي‌شوند
  + به علت شيرين بودن به جيره حيوانات زده مي شود تا مصرف را زياد كند

Sucrose



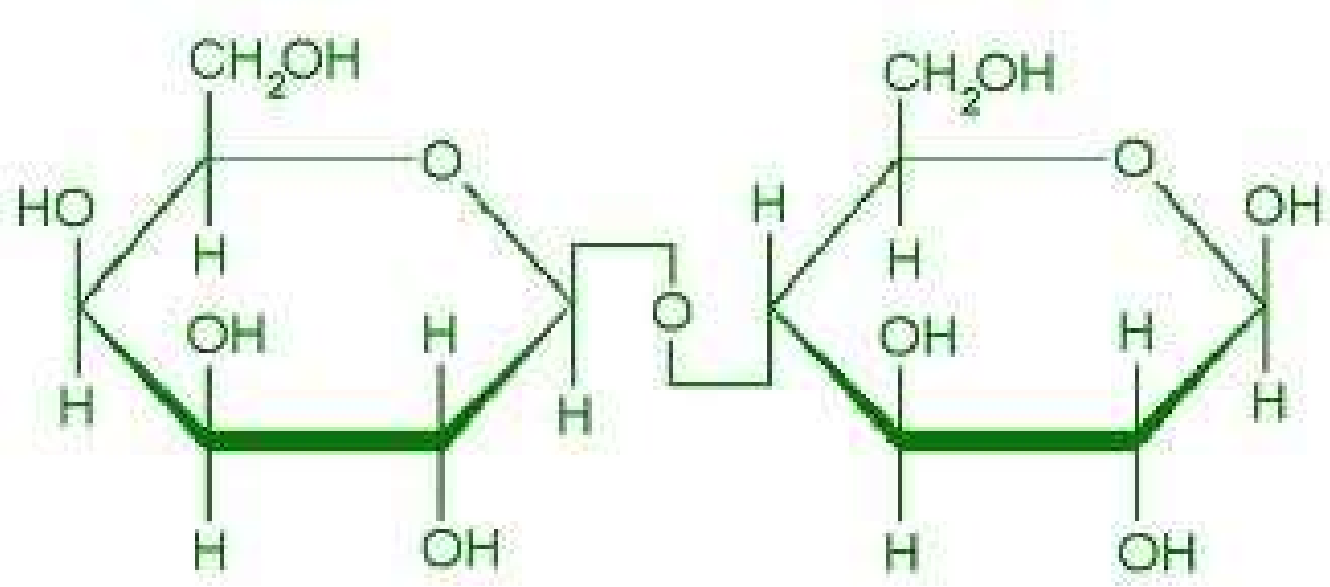


O-α-D-Glucopyranosyl-(1→2)-α-D-fructofuranoside

لاکتوز(قند شیر) Lactose

- در شير يافت مي‌شوند و از دو قند ساده (هگزوكربن) گلوكز و گالاكتوز تشكيل شده.
- لاكتوزخيلي سريع در همه حيوانات از سن تولد هضم مي‌شود (به استثناي جوجه)
  - نوزادان حيوانات مقدار زيادي آنزيم شكننده لاكتوز(لاكتاز يا B-Glactosidase) در معده خود توليد مي‌كنند.
- شیر و فراوردهای آن معمولاً جزء بهترين غذاها براي حيوانات جوان هستند.
  - به خاطر قيمت گران آنً متخصصين شير از منابع غيرشيري با قيمت كمتر براي حيوانات جوان ساخته.
- لاكتوز براي متخصصين تغذيه از اهميت زيادي برخوردار است چون حدود 1/2 مواد جامد شير را تشكيل ميدهد.
- در طبيعت به طور آزاد ساخته نمي-شود مگر در غده پستان حيوانات

Lactose



galactose

مالتوز

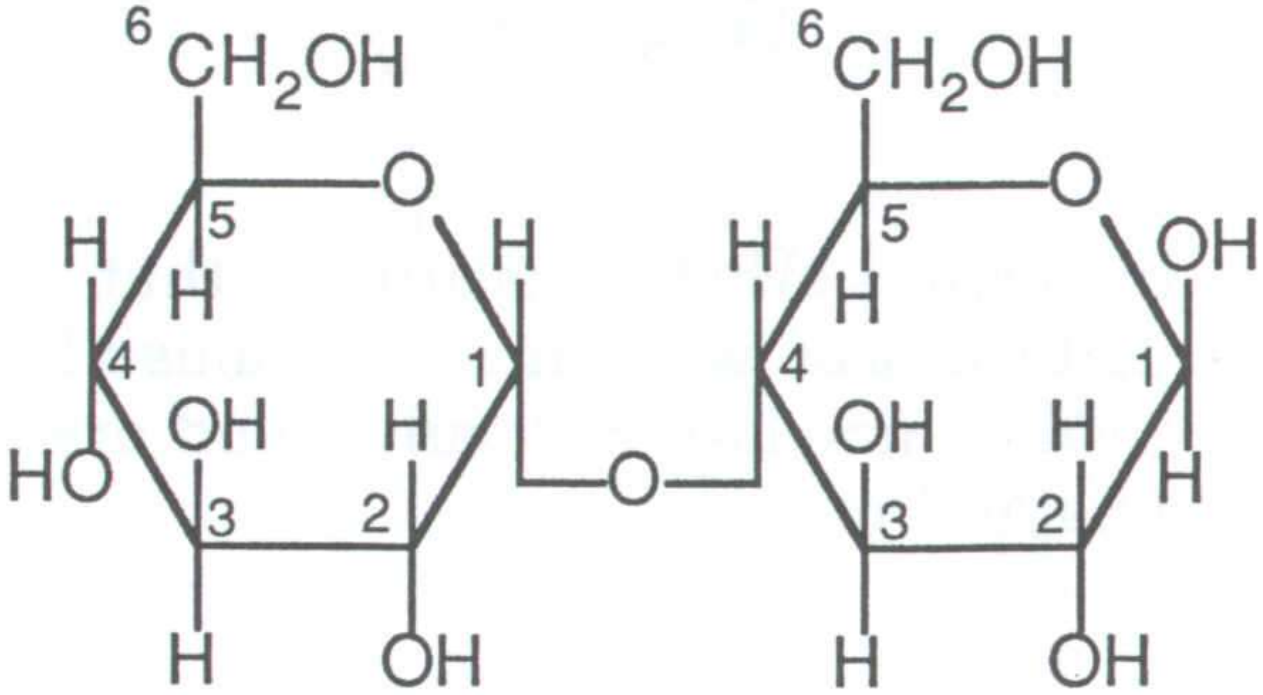
- از هضم نشاسته بوجود مي‌اید و داراي دو مولکول گلوکز که به همدیگر باند شده اند مي‌باشد.
- بطریقه سبزکردن جو تهیه مي‌شود چون در جو آنزیمdiastase وجود دارد و نشاسته را به مالتوز هیدرولیز می کند

diastase di·a·stase (dī'ə-stās', -stāz')

- An amylase or a mixture of amylases that converts starch to dextrin and maltose, is found in certain germinating grains such as malt, and is used to make soluble starches, to aid the digestion of starches, and to digest glycogen in histological sections.

Malting process

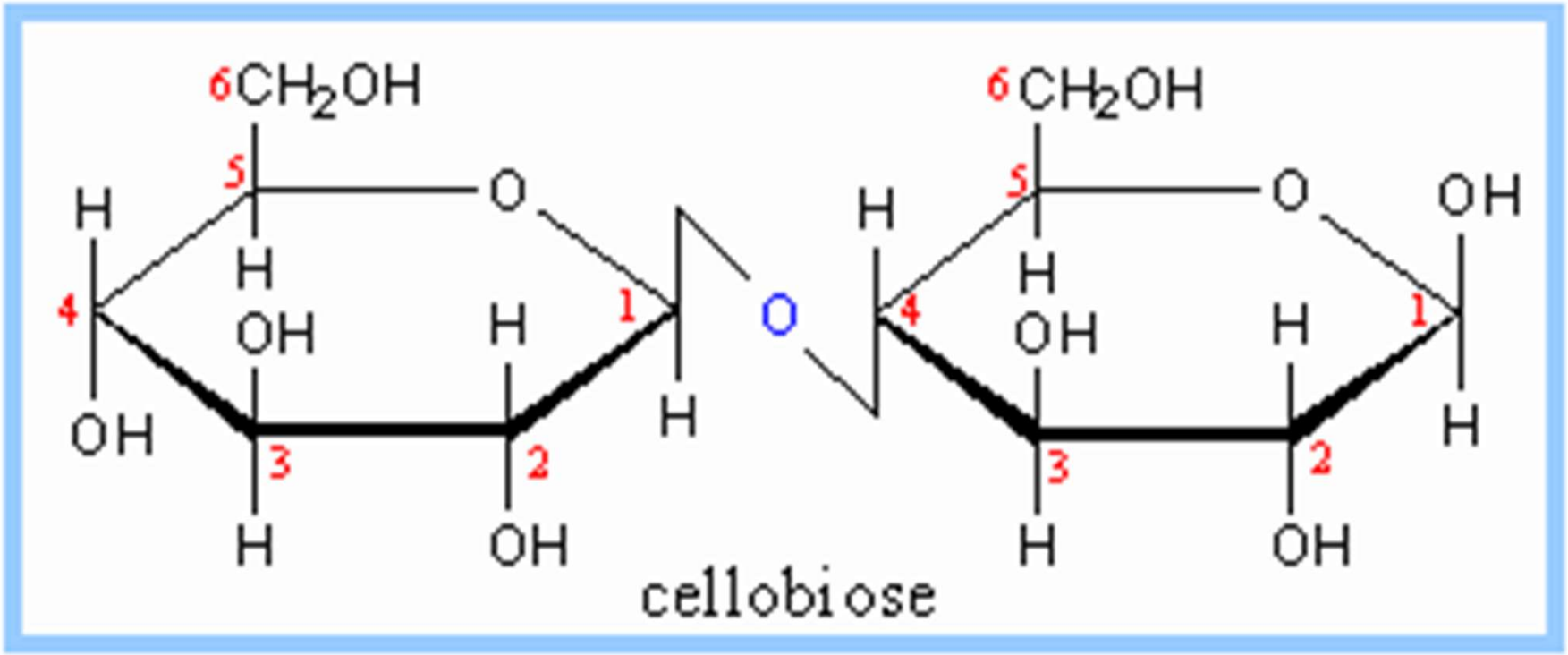
- Malt is the product created through controlled germination and drying (or kilning) of barley, and is primarily used for brewing beer. Malt production is a natural biological process during which barley kernels are partially sprouted resulting in the modification of barley endosperm
- Green **malt**, produced after five days of germination, is kiln dried and partly cooked in a forced flow of hot air (C). Hydrolases produced during **malting** are partially inactivated during this



Maltose

سلوبيوز

- قندي است كه از شكستن نسبي سلولز تشكيل مي‌شود.
- اين دوقندي از تركيبي همانند مالتوز تشكيل شده است
  - ولي پيوند شيميايي موجود بين دو گلوكز در غيرنشخوارکنندگان قابل هضم و جداشدن نيست.
- باكتريهاي ساختن آنزيم هضم كننده آن هستند.

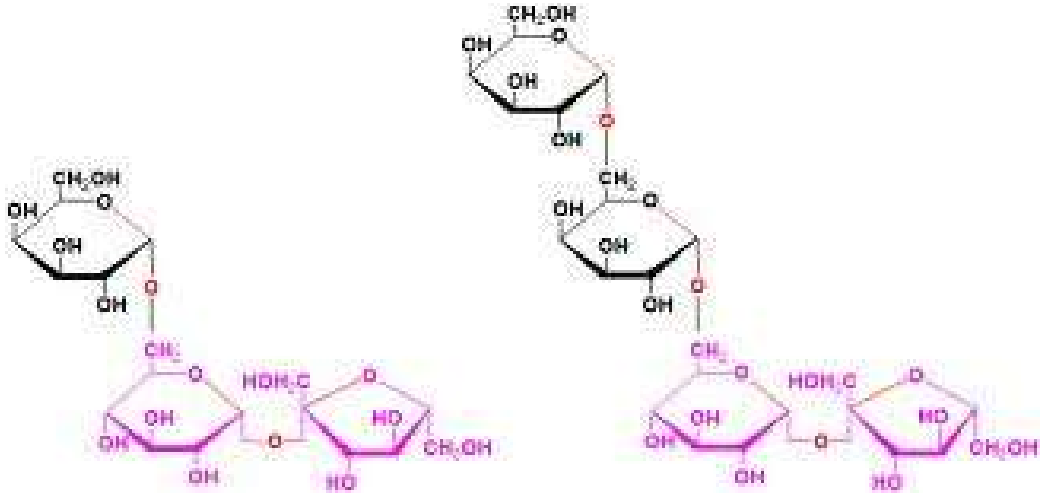


cellobiose

اولیگوساکاریدOligosaccharoides

از دو قند یا بیشتر تشکیل شده‌اند ولی از پلی‌ساکاریدها کوچکتر هستند.

اولیگوساکارید به غیر از ساکروز، لاکتور، و مالتوز ارزش غذایی حیوانی چندانی ندارند.



پلی‌ساکاریدهاPolysaccharides

- ملکول خیلی بزرگی از قندها هستند
  - بعضی از مواقع شامل هزاران یک قندی
- قسمت عمده خوراک دامها را تشکیل می‌دهند
  - از نظر قابلیت هضم با همدیگر متفاوتند

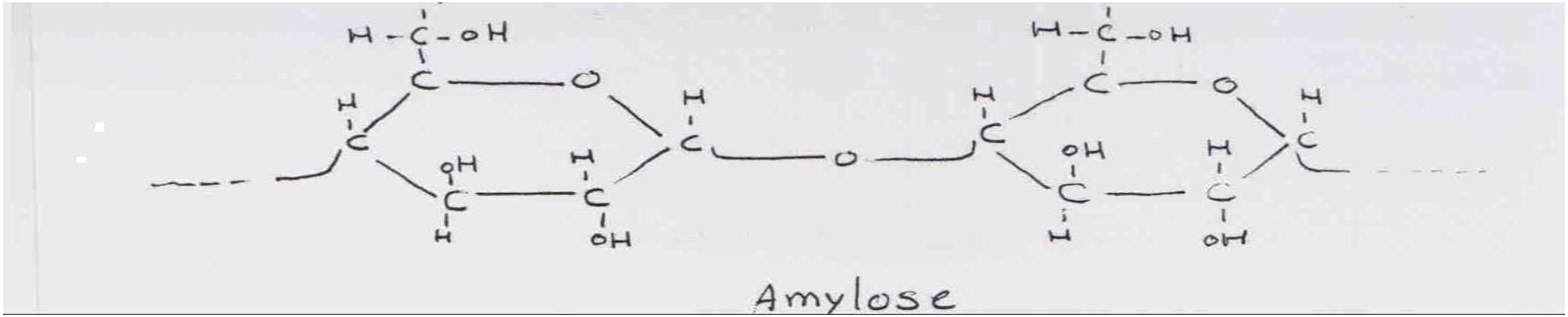
نشاسته Starch

- قسمت اعظم انرژی ذخیره شده در گیاهان را تشکیل می‌دهد
  - در هسته دانه‌ها و در بعضی موارد ریشه گیاهان یافت می‌شوند. فراهم کننده انرژی لازم برای هسته گیاه قبل از تشکیل ریشه

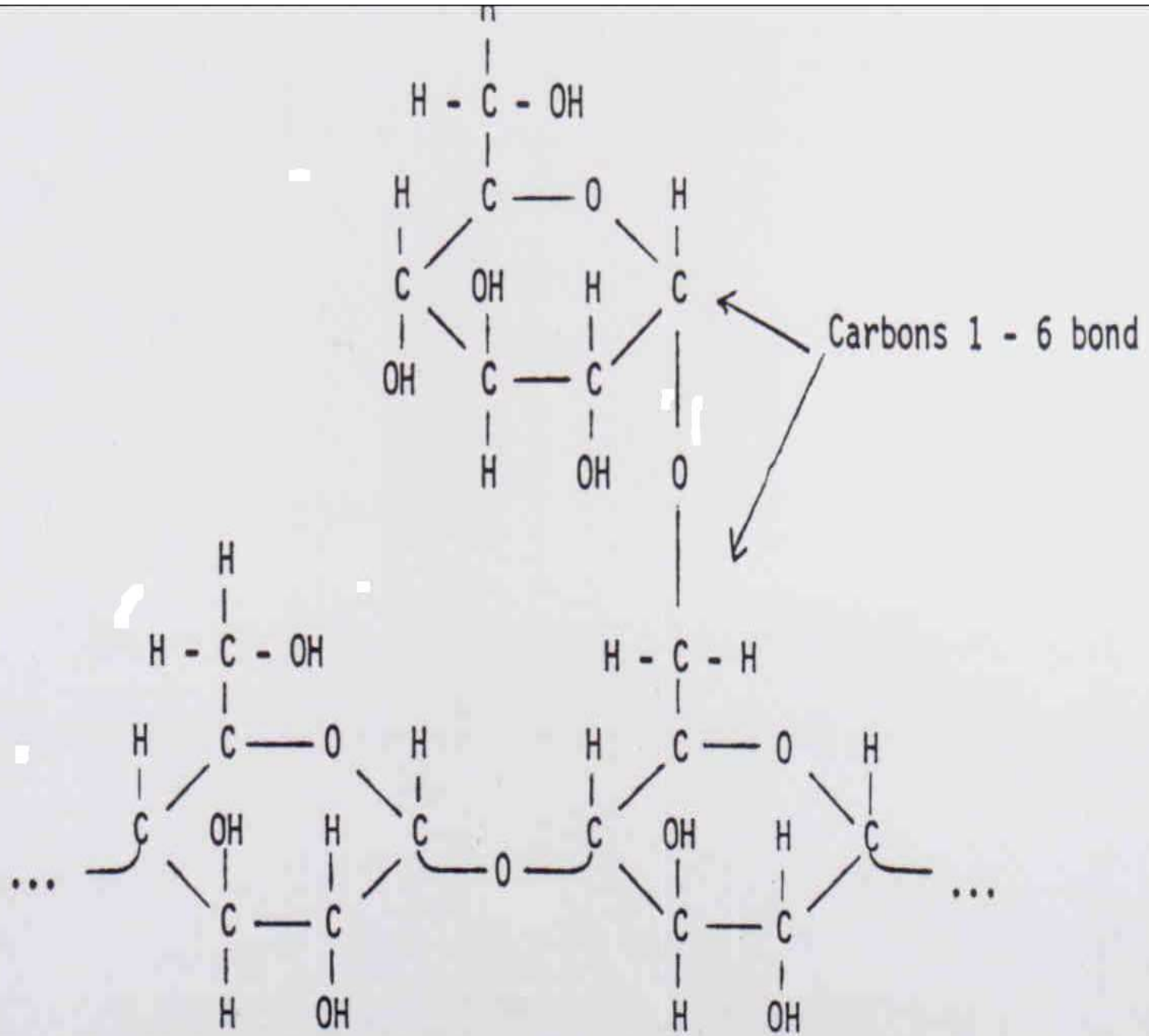
- در صورت مصرف و هضم توسط حیوانات (غیر نشخوار کننده) ذخیره گلوکز نسبتاً خوبی را برای حیوانات تشکیل می‌دهد

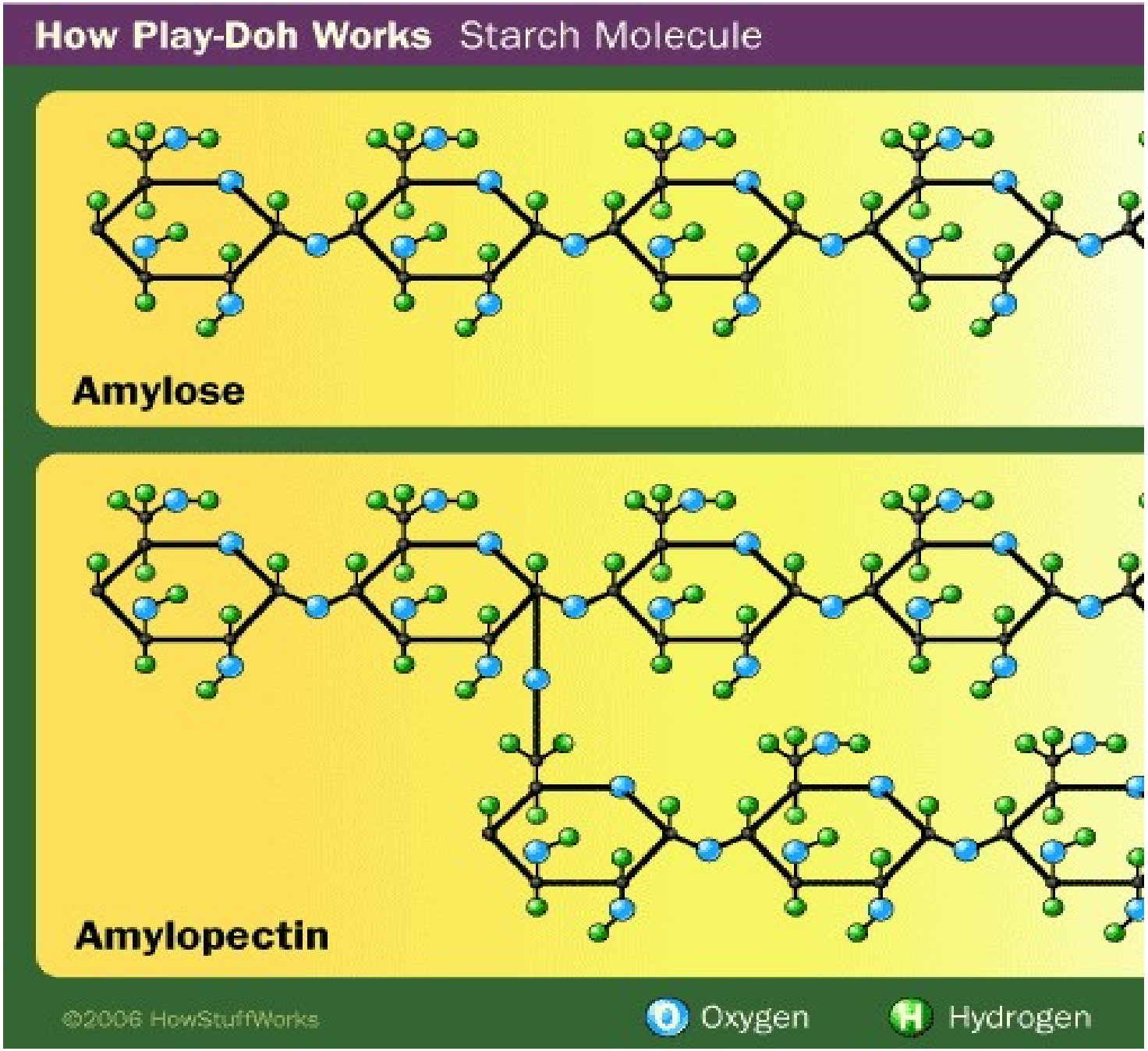
انواع نشاسته

- الف) آمیلوز(Amylose)
- واحدهای گلوکز تشکیل دهنده همه در یک ردیف قرار دارند
- باند موجود بین کربن‌های یک و چهارو گلوکزهای تشکیل دهنده آن از نوع آلفا(α) هستند.

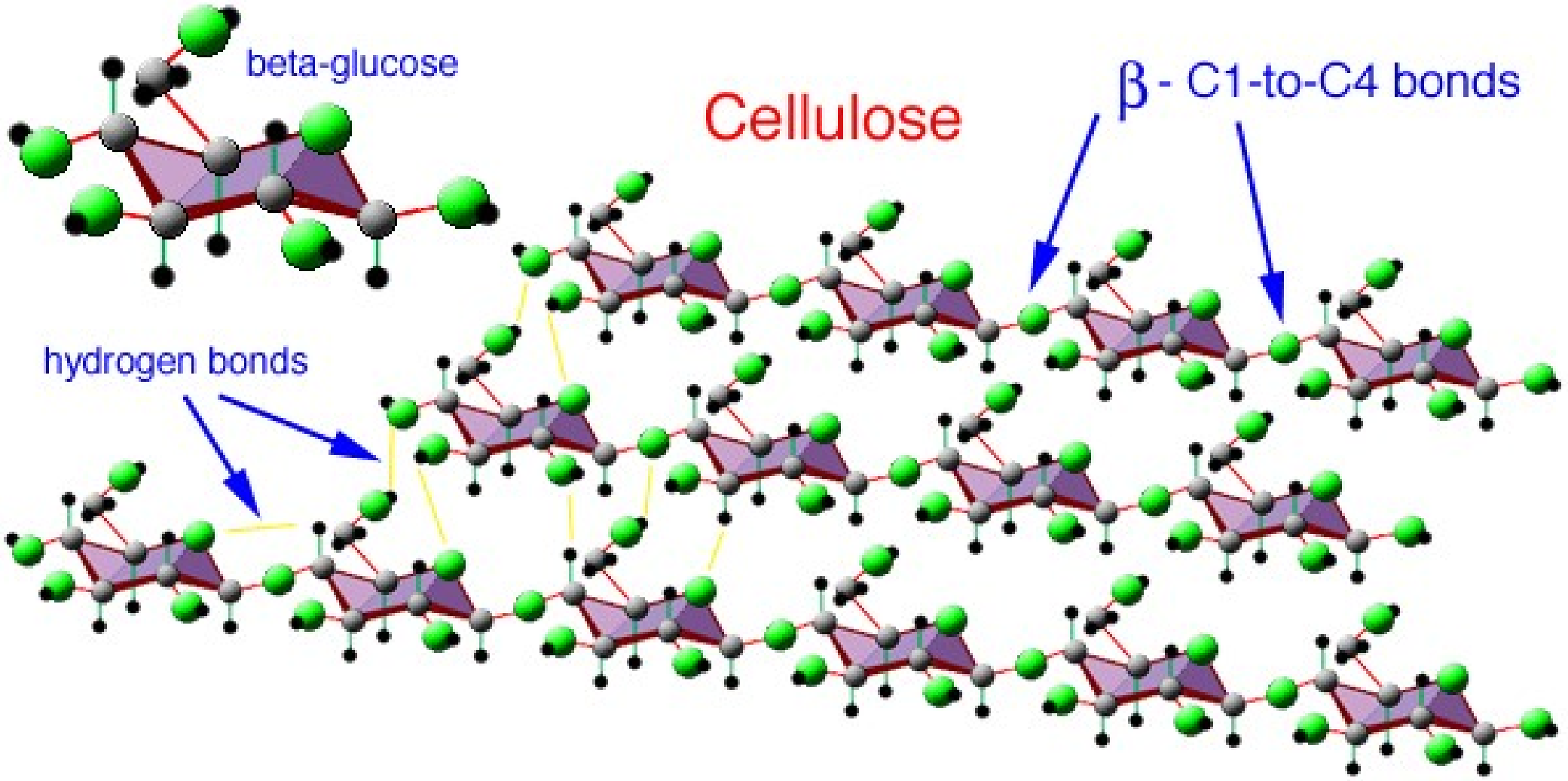


- ب) آمیلوپکتین Amylopection
- دارای واحدهای گلوکز در یک ردیف مانند آمیلوز و همچنین شاخه هایی از واحدهای گلوکز
- زنجیره شاخه ای دارای باندی از نوع آلفا بین کربن های1و6 هستند.
- درروده حیوانات هضم می‌شوند
  - نشاسته موجود در گیاهان در حدود
    - 80 تا 90 درصد از نوع آمیلوپکتین
    - 10 تا 20 درصد از نوع آمیلوز می‌باشد.


Carbons 1 - 6 bond


How Play-Doh Works Starch Molecule
Amylose
Amylopectin
©2006 HowStuffWorks
O Oxygen
H Hydrogen

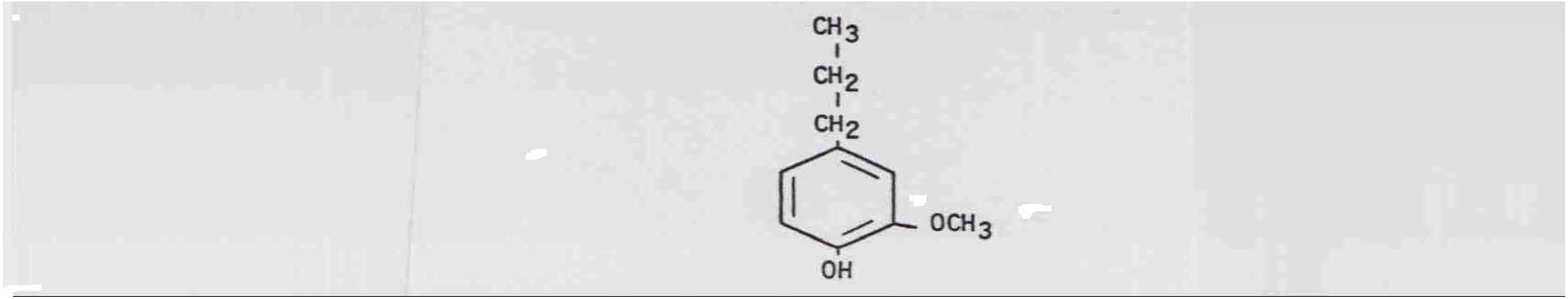
- سلولز
- دارای ترکیبی مانند نشاسته است ولی باندهایی از نوع بتا(β).
- در حدود 3000 تا 5000 واحد گلوکز را در خود جا دارد.
- بیشترین مواد آلی در جهان را تشکیل می‌دهد
- بیش از 50 درصد مواد خشک تمام گیاهان
- در گیاهان حکم استخوان‌بندی را دارد.
  - مواد فیبری و سخت گیاهان را تشکیل می‌دهد
- در ساقه ها، برگها، ریشه‌ها و مقدار کمی در دانها یافت میشود.
- گونهای حیوانی توانایی هضم آن را ندارند
  - بعضی از میکربها توانایی تولید آنزیم مورد نیاز برای هضم این مواد را دارند.

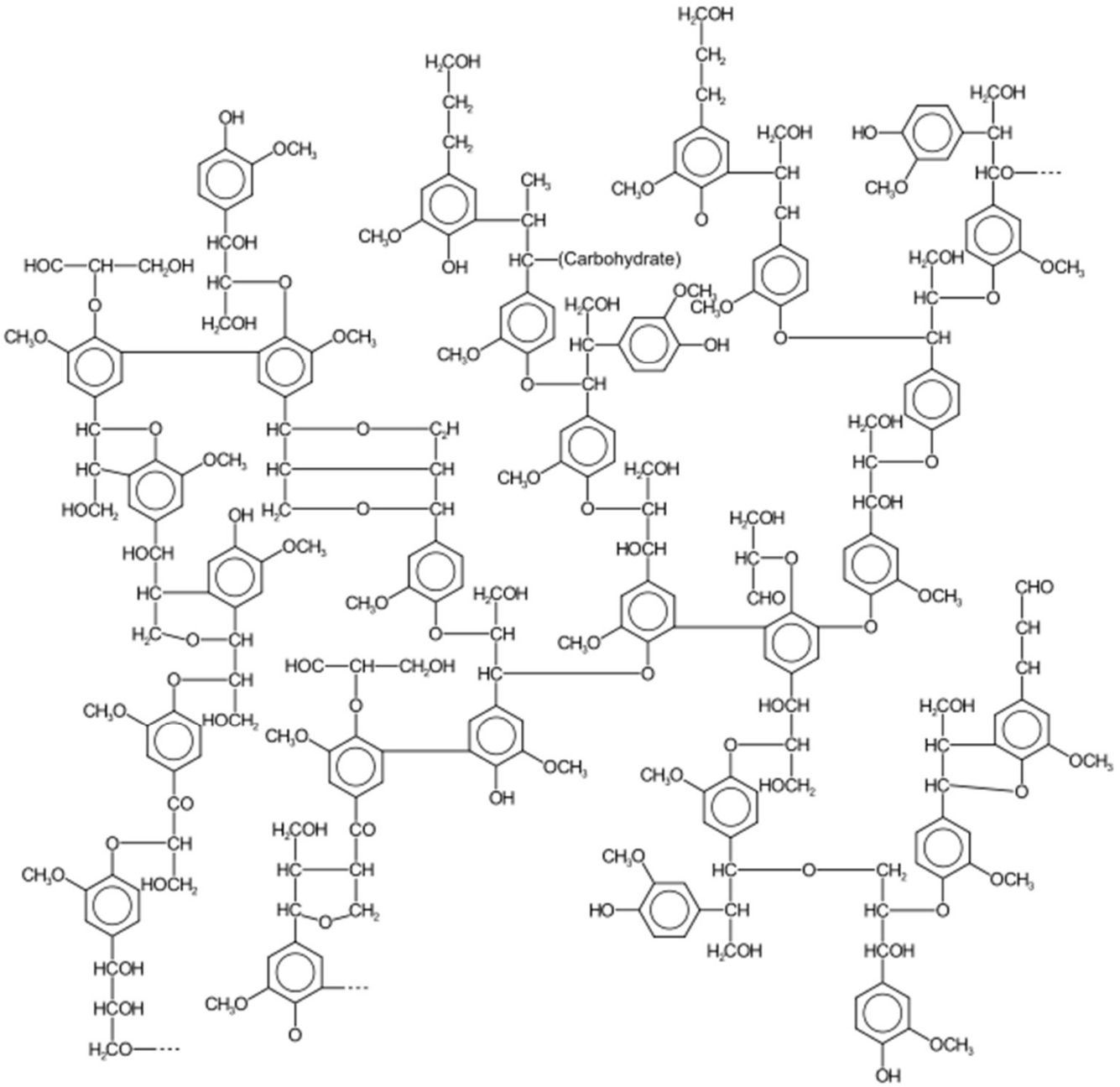

beta-glucose
Cellulose
β - C1-to-C4 bonds
hydrogen bonds

جلسه 12

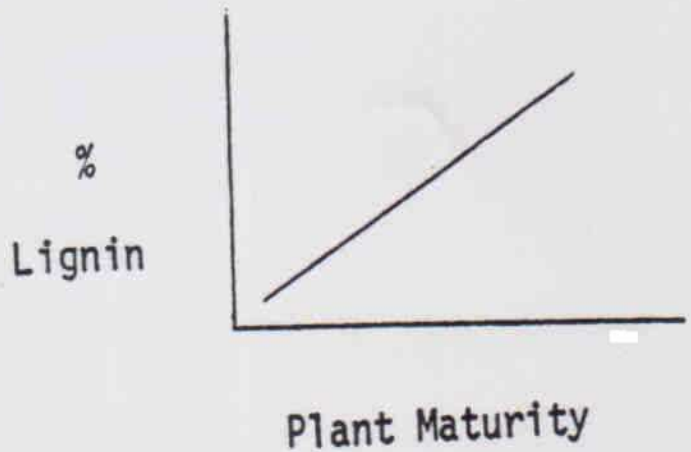
لیگنینLignin

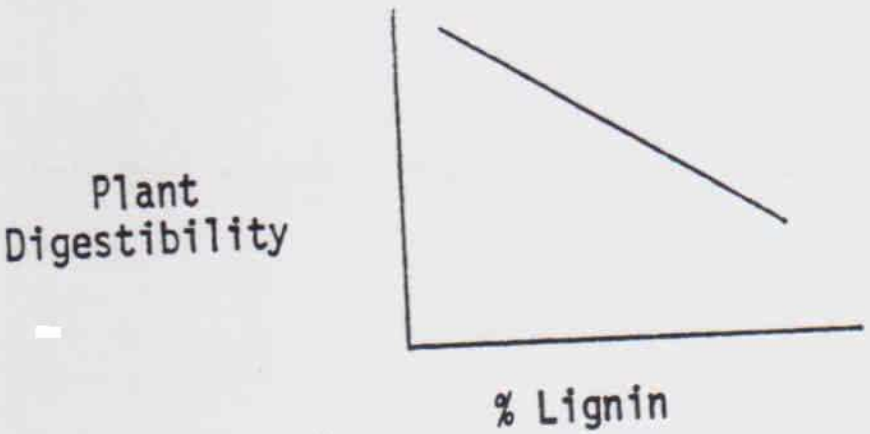
- لیگنین یک کربوهیدرات واقعی نیست
- ساختمان دقیق آن مشخص نیست
  - فنیل پروپان (Phenyl propane) در ساختمان آن زیاد وجود دارد
  - همراه با سلولز، دیواره سلولزی گیاهان و چوب را تشکیل می‌دهد.
- این مواد غیرقابل هضم در معده حیوانات است
  - حتی میکروبها هم نمی‌توانند آنها را هضم کنند .




(Carbohydrate)

- با سن گیاهان رابطه مستقیم دارد
  - هرچه مسن تر درصد لیگنین بالا تر.
- با سلولز و همی سلولز گیاهان پیوند حاصل می‌کند و قابلیت هضم آنها را کاهش می‌دهد.
  - گیاهان دارای لیگنین زیاد، به خاطر قابلیت هضم کم آنها از ارزش غذایی کمی برخوردارند.





	% Lignin	Digestibility
Wheat Grass		
Early Bloom	5.9	67
Mid Bloom	6.2	55

- چگونگی دخالت لیگنین در هضم مواد غذایی
- مهمترین آن عبارتند از:
- الف) تشکیل دادن غشایی در داخل دیواره سلول
- ب) تشکیل دادن پیوند شیمیایی

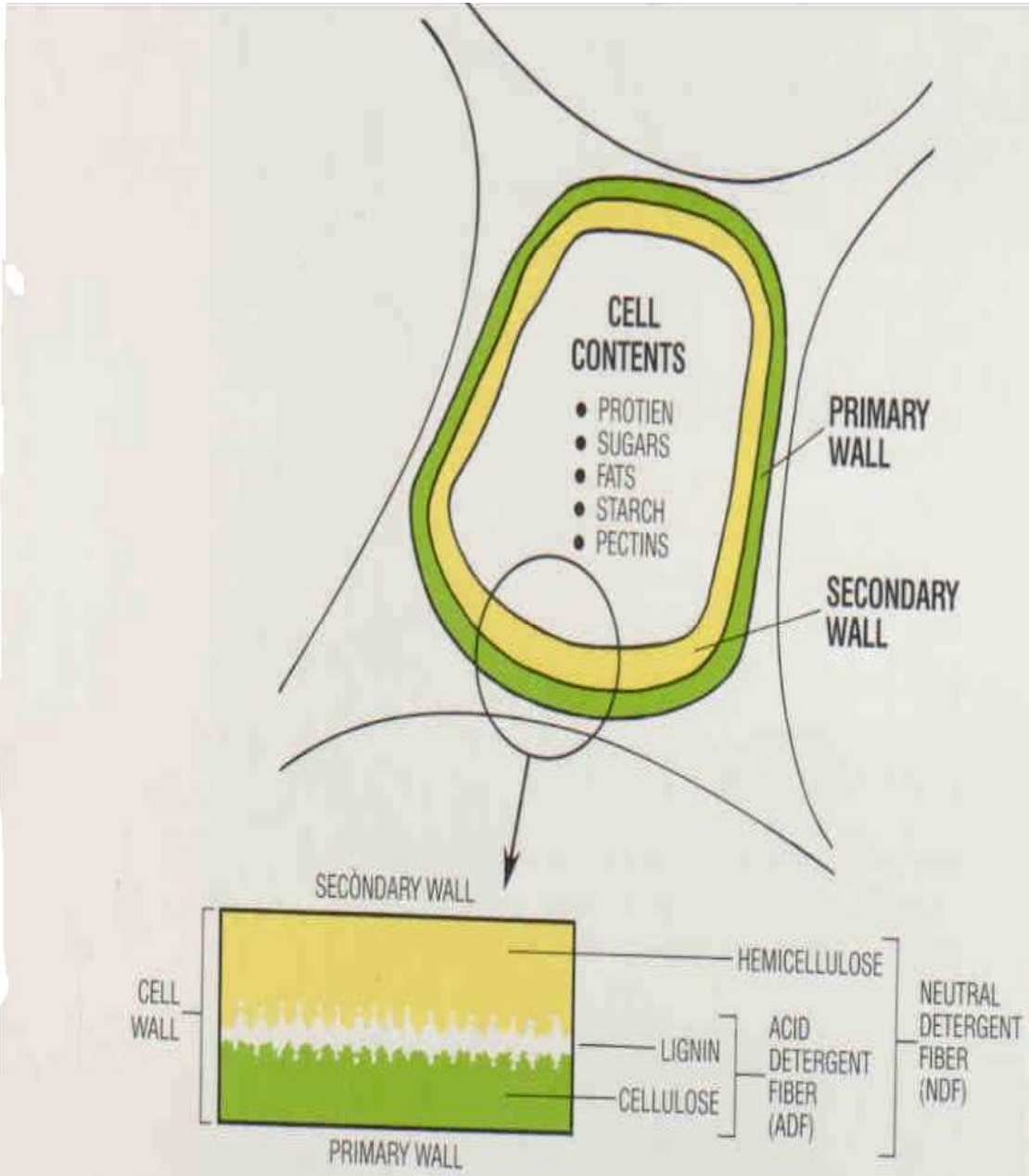


Figure 1. Diagram of a plant cell showing cell wall structure

گلیکوژن

- پلی ساکارید حیوانی.
- ساختمانی همانند آمیلوپکتین
- از الفا دی گلوکز ساخته شده
- در مواقع احتیاج به انرژی فوری، مورد استفاده قرارمیگیرد .
- حدوداً ده درصد وزن جگر حیوانات زنده .

هضم کربوهیدرات ها در غیرنشخوارکنندگان

- الف) دهان
- جویدن –به استثناء طیور
- بزاق – ترکردن و شکستن ساختمان غذا (تا حدی)
- هضم به وسیله آنزیمها – آمیلاز (Amylas , ptyalin)
  - مقداری از نشاسته، دکسترین و گلیکوژن را هضم می‌کند.
- کاربرد آنزیمهای بزاق دهان
  - بستگی به مقدار زمان نگاه داشتن و جویدن غذا دارد.
  - بیشتر حیوانات عادت به جویدن غذا به اندازه کافی ندارند

- ب) معده(Stomach)
- 1- اسید معده باعث بوجود آمدن اختلالاتی در پیوندهای هیدروژنی
- 3- در معده آنزیمهای هضم کننده کربوهیدراتها ترشح نمی‌شود.
  - تجزیه و شکسته شدن کربوهیدراتها با کمک اسید در آزمایشگاه

- اثنی‌عشر (Duodenum)
- الف) لوزالمعده(Abdaminal salivary Gland)
  - ترشح داخلی(Insulin) و ترشح خارجی (عصاره لوزالمعده)

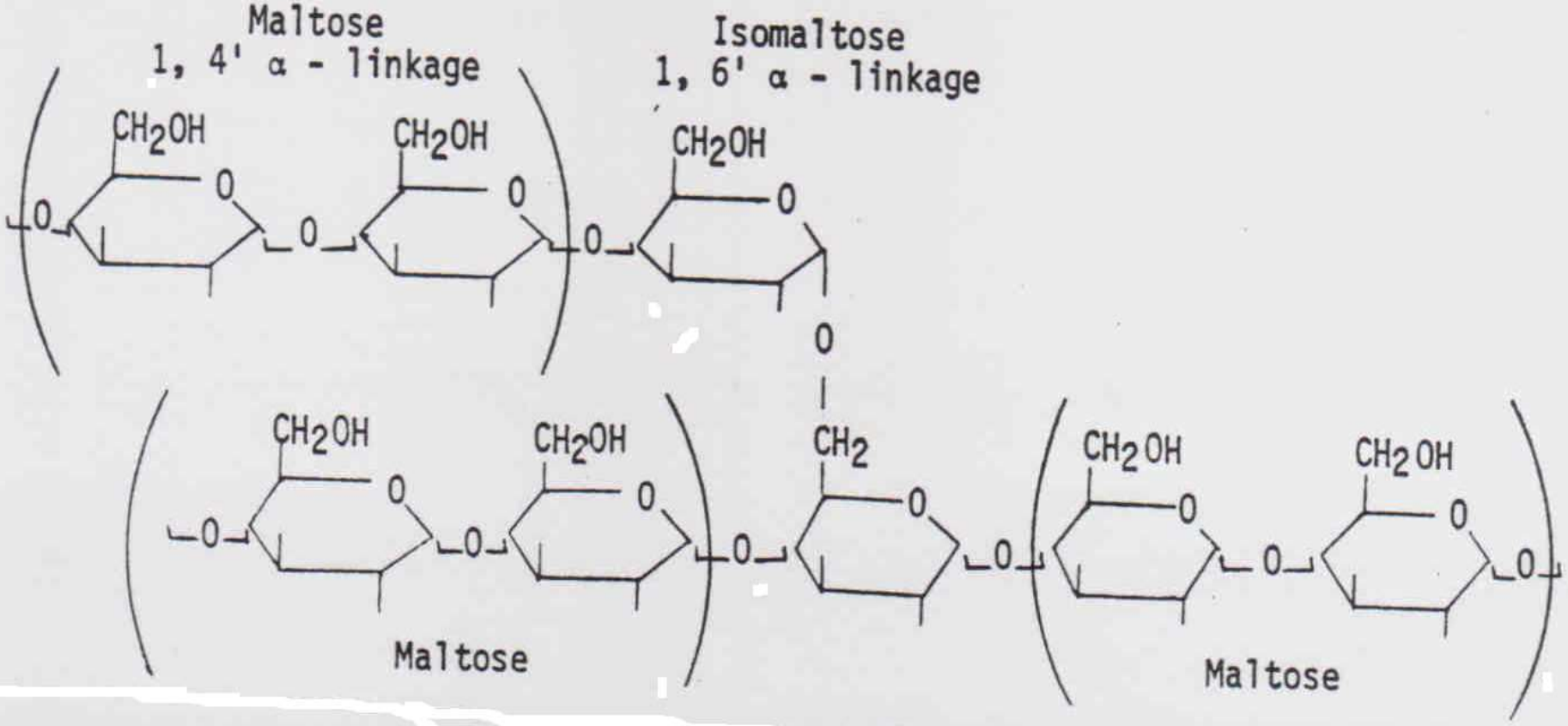
شیره لوزالمعده

- دارای NaHco3 و آنزیمها
- PH این مواد را از 2 به 5 الی 7 می‌رساند.
- کربوهیدراتها در اثنی‌عشر، ترسح گسترین و تحریک لوزالمعده

عمل آمیلاز

- تجزیه پیوند1-4 بین پیوندهای گلوکزی
- آمیلاز باعث تجزیه نشاسته و مخلوطی از نشاسته مالتوز ایزومالتوز و دکسترین و گلوکز

Amylopectin Hydrolysis by Amylase



جلسه 13

سلولهای مخاطی داخل اثنی‌عشر

- الف) سلولهای داخل مخاطی اثنی‌عشر و به مقدار کمتر سلولهای مخاطی داخلJejunum وIlium دارای آنزیمها هستند
- انجام آخرین مراحل تجزیه کربوهیدراتها.

b. Mucosal enzymes include:

Lactase	Lactose $\xrightarrow{H_2O}$ Glucose + Galactose
Sucrase	Sucrose $\xrightarrow{H_2O}$ Glucose + Fructose
Maltase	Maltose $\xrightarrow{H_2O}$ Glucose + Glucose
Isomaltase	Isomaltose $\xrightarrow{H_2O}$ Glucose + Glucose + Glucose
1,6-Glucosidase	Dextrins $\xrightarrow{xH_2O}$ X Glucose + Y Maltose $\xrightarrow{\text{Maltase}}$ Glucose + Glucose

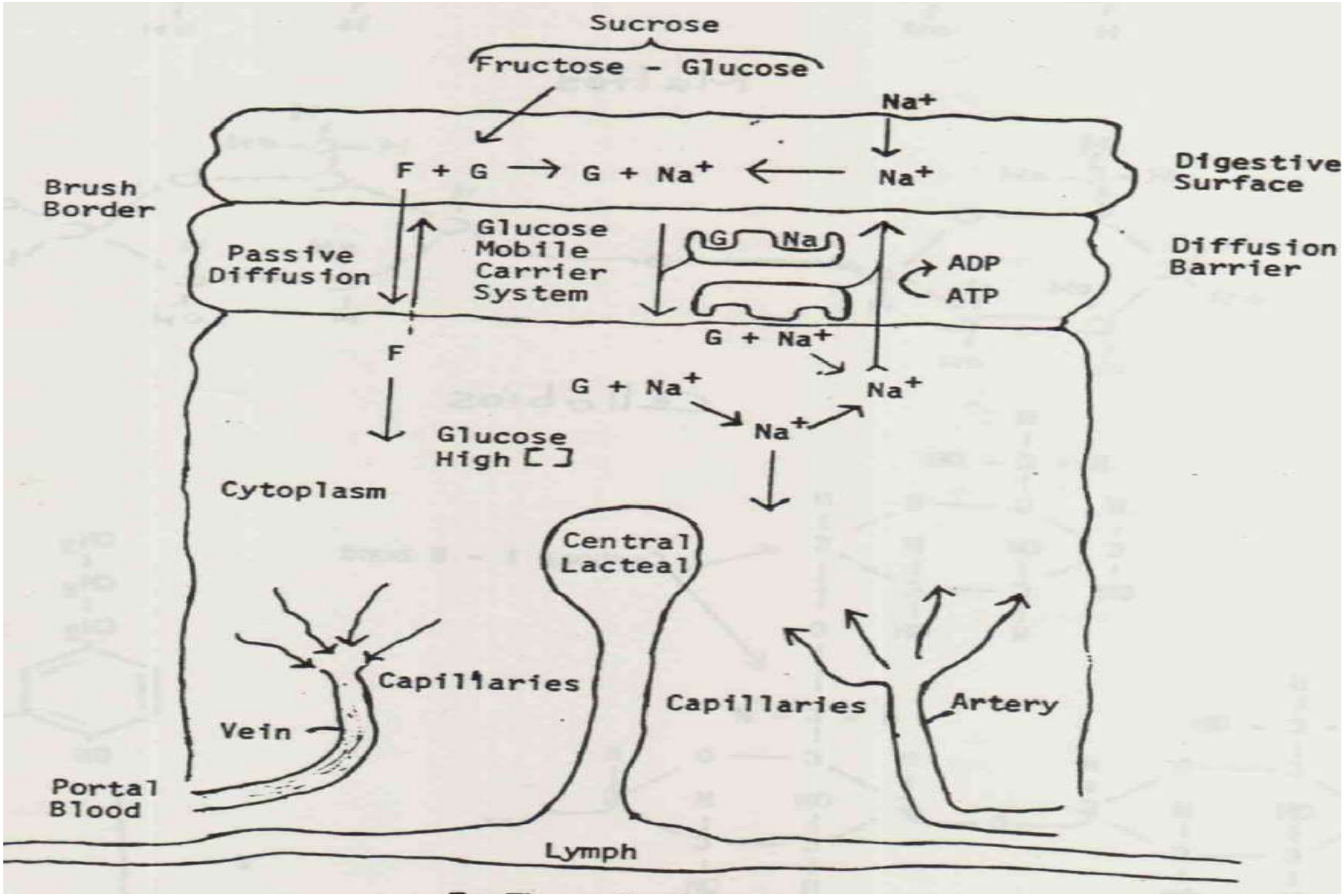
- Jejunum and Ileum
- هضم کمتر، عمل جذب ادامه دارد.
- سکوم و روده بزرگ
  - عمل تخمیر میکروبها بر بقایای مواد هضم نشده
  - (فیبر خام و عصاره عاری از ازت، NFE)
- فعالیت آنزیمی سلولهای مخاطی (تا حدی)
- جذب آب و اسیدهای چرب‌فرار(VFA)
- بعد از جذب، انتقال کربوهیدراتها توسط خون (Portal) به جگر برای سوخت و ساز.

جذب کربوهیدراتها درغیرنشخوارکننده

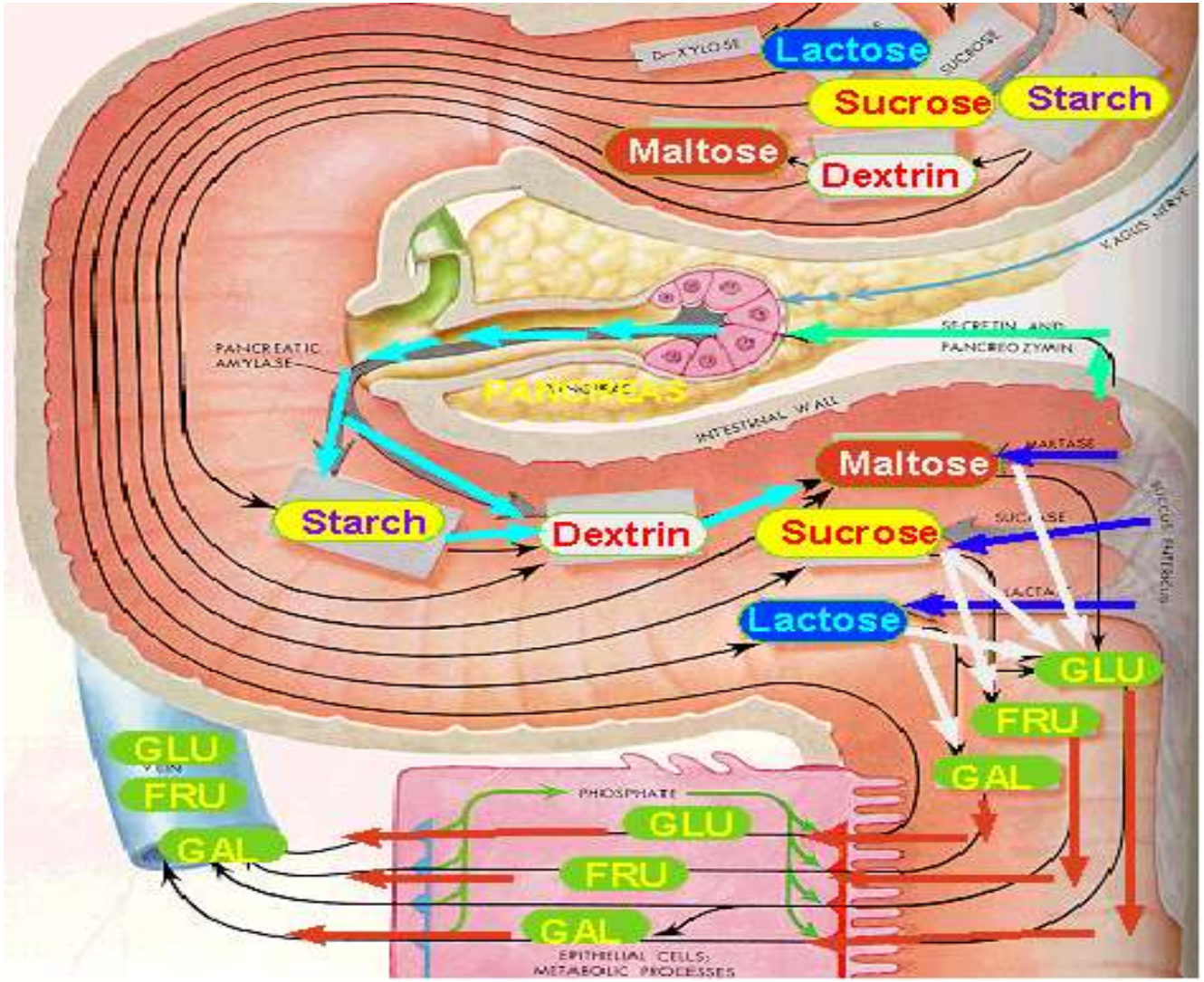
- الف) توسط سلولهای دیواره داخل روده‌ها(Brush Border) .
- انتشار (Passive Diffusion)
- احتیاج به اختلاف غلظت دارد

رقابت در میان بعضی از قندها برای سیستم ناقل پروتئین
مقدار زیادی گالاکتوز، از جذب گلوکز جلوگیری می‌کند و بالعکس

- انتقال فعال
- برای بعضی از تک‌قندیها
- نیازبه کمک سدیم
- سدیم باید به خارج سلول انتقال یابد.
- ممکن است در حین تجزیه دوقندی‌ها صورت گیرد.


Sucrose
Fructose - Glucose
Na+
F + G → G + Na+ ← Na+
Digestive Surface
Brush Border
Passive Diffusion
Glucose Mobile Carrier System
G Na
ADP
ATP
Diffusion Barrier
G + Na+
F
G + Na+
Na+
Na+
Glucose High [ ]
Cytoplasm
Central Lacteal
Capillaries
Vein
Capillaries
Artery
Portal Blood
Lymph

Carbohydrate digestion in nonruminants - summary



هضم غیرطبیعی کربوهیدراتها در نشخوارکنندگان و غیرنشخوارکنندگان

- لزوم وجود آنزیمهای لازم و دقیق برای هضم و جذب در دستگاه گوارش.
- کمبود فعالیت آنزیمی در دیودنم ، هضم کم کربوهیدراتهای محلول
- کربوهیدراتهای هضم نشده اگرچه در آب محلول هستند
  - نمی توانند جذب روده‌ها شوند
  - افزایش فشاراسمزی در داخل روده‌ها.
- ورود آب به رورده‌ها
  - اسهال و کم‌شدن آب بدن و حتی مرگ

A. Swine

	Enzyme Activity - Age			
	Day Old	Week Old	4-Week Old	Adult
Enzyme				
Sucrase	Void	Slight	Moderate	Adequate
Lactase	Adequate	Adequate	Moderate	Low
Amylase	Adequate	Adequate	Adequate	Adequate
Sugar				
Fructose	Absorbed but poorly utilized			Well utilize
Galactose	Adequate			Adequate

B. Poultry

	Enxyme Activity - Age	
	Young	Adult
Enzyme		
Lactose	Void	Void
Sucrase	Adequate	Adequate
Amylase	Adequate	Adequate
Sugar		
Galactose	Toxic	Toxic

C. Ruminant Animals

	Enzyme Activity - Age	
	Young	Adult
Enzyme		
Sucrase	Void	?
Lactase	Adequate	?
Maltase	Adequate	?
Amylase	Adequate	Adequate

- کمبود آنزیم لاکتاز
- استفاده نکردن طور پیوسته از شیر و فراورده‌های شیری است.
- از دست دادن قابلیت تولید آنزیم لاکتاز توسط سلولهای مخاطی
- ژنتیک

– 30 درصد در سفیدپوستان و 70 درصد در غیر سفیدپوستان

- تجمع گاز و ایجاد اسهال .

- رافینوس فلاتس
- رافینوس یک ترکیب سه قندی (گلوکز- گالاکتوز- فراکتوز) در حبوبات (لوبیا)
  - در حیوانات هضم نمی‌شوند
  - باکتریها در روده بزرگ به سرعت آن را هضم میکنند
  - تولید گازCo_2 می‌کند.

- پنتوزیوریا (Pantosuria)
  - دفع پنتوز در ادرار در نتیجه هضم غذاهایی دارای پنتوز زیاد
  - آلو- گیلاس و انگور ...
- دیابت شیرین
- به خاطر نبودن انسولین کافی
  - گلوکز خون سریع جذب نمی شود
  - دفع گلوکز در ادرار .

CARBOHYDRATE DIGESTION IN THE RUMEN

هضم ئیدروکربنها در نشخوارکنندگان

- الف) محيط شكمبه و نگاري (Reticule-Rumen)
  - اولين تفاوت بين نشخوارکنندگان و غيرنشخوارکنندگان
  - غذاهاي استفاده شده از Reticule-Rumen مي‌گذرد
  - سرعت عبور بستگي به نوع غذا دارد.
  - ميکربها فرصت اول را براي هضم مواد خورده شده.

- شرايط مناسب براي تخميرورشد باكتريها
  - pH 5/5 الي 7 (ميحط بازي مناسب براي فعاليت باكتريها)
  - درجه حرارت 37 الي 39
  - مايع، جريان دائمي آب و بزاق (قلبايي)
  - سوبسترە (substrate)
  - غيرهوازي
    - اكسيژن باعث مسموميت ميكربهاي
    - عدم وجود اكسيژن، تضمين كنده انرژي در توليدات ميكربي است.
      - اكسيداسيون مواد غذاي بطور كامل انجام نخواهد گرفت.
  - عدم وجود نور- سمي براي بعضي از ميكروها
- همزيستى دوجانبه

تخمير ميكروبي يا fermentation

- 1- تخمير
- تخمير يك عمل سوخت و ساز يا اكسيداسيون در محيط بدون اكسيژن و يا اكسيژن كم
- Co2 به علت وجود كم اكسيژن به آساني تشكيل نمي شود
  - مقداري Co2 توليد مي‌شود
    - منشا غذایی یا مویرگی

$$6CO_2 + 6H_2O + 673\ kcal \xrightarrow{\text{Photosynthesis}} C_6H_{12}O_6 + 6O_2$$

673 kcal

$$C_6H_{12}O_6 \xrightarrow{\text{Fermentation}} 2\ CH_3-\overset{\overset{O}{\|}}{C}-OH + CO_2 + CH_4$$

بالانس انرژی تخمیری

673 Kcal

2x 209Kcal + 0 + 144 Kcal

673 - (418 + 144) = 111

↑

انرژی تلف شده توسط میکروبها

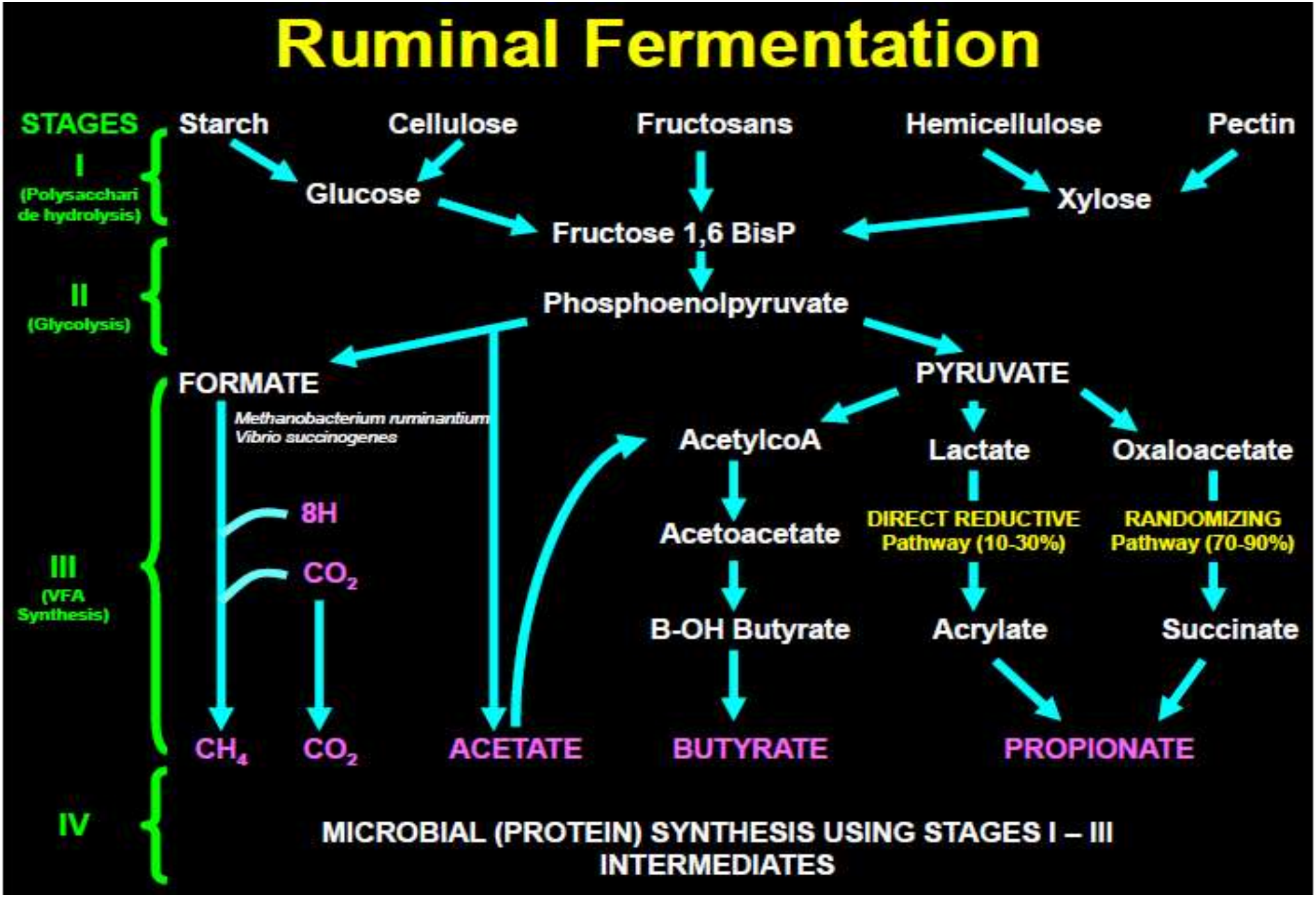
- اولين قدم در هضم ئيدروكربنها در شكمبه
  – ميكروبها آنها را به گلوكز تبديل مي كنند.

- اگر سوخت و ساز ميكروبها به همين جا خاتمه مي‌يافت بازدهي نشخوارکنندگان نسبت به غيرنشخوارگنندگان زيادتر بود.

- ميكربها براي فعاليت نيازمند به انرژي مي‌باشند اين انرژي را از طريق تخمير گلوكز بدست می آ ورند.

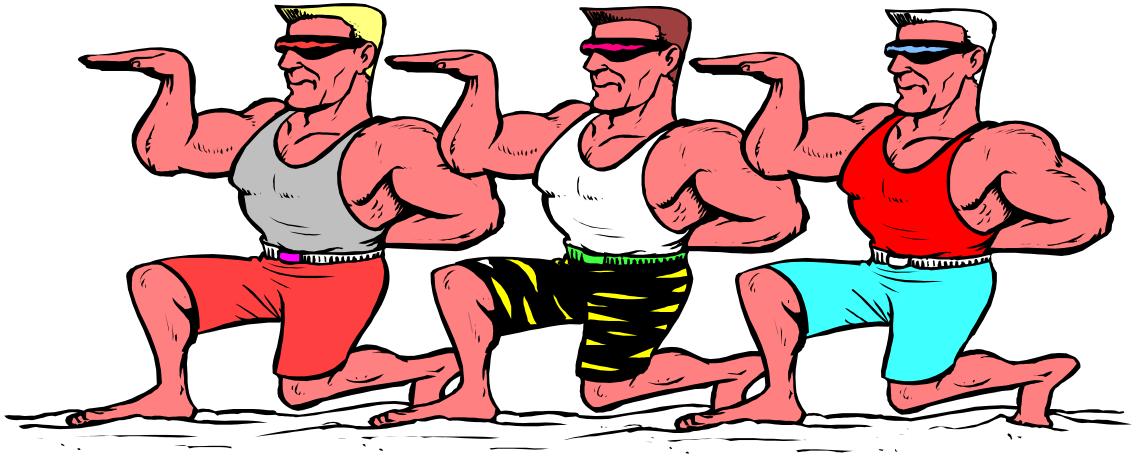
- گلولز در سوخت و ساز ميكربي براي ساختن پيروات (Pyruvate) در شكمبه استفاده ميشود.

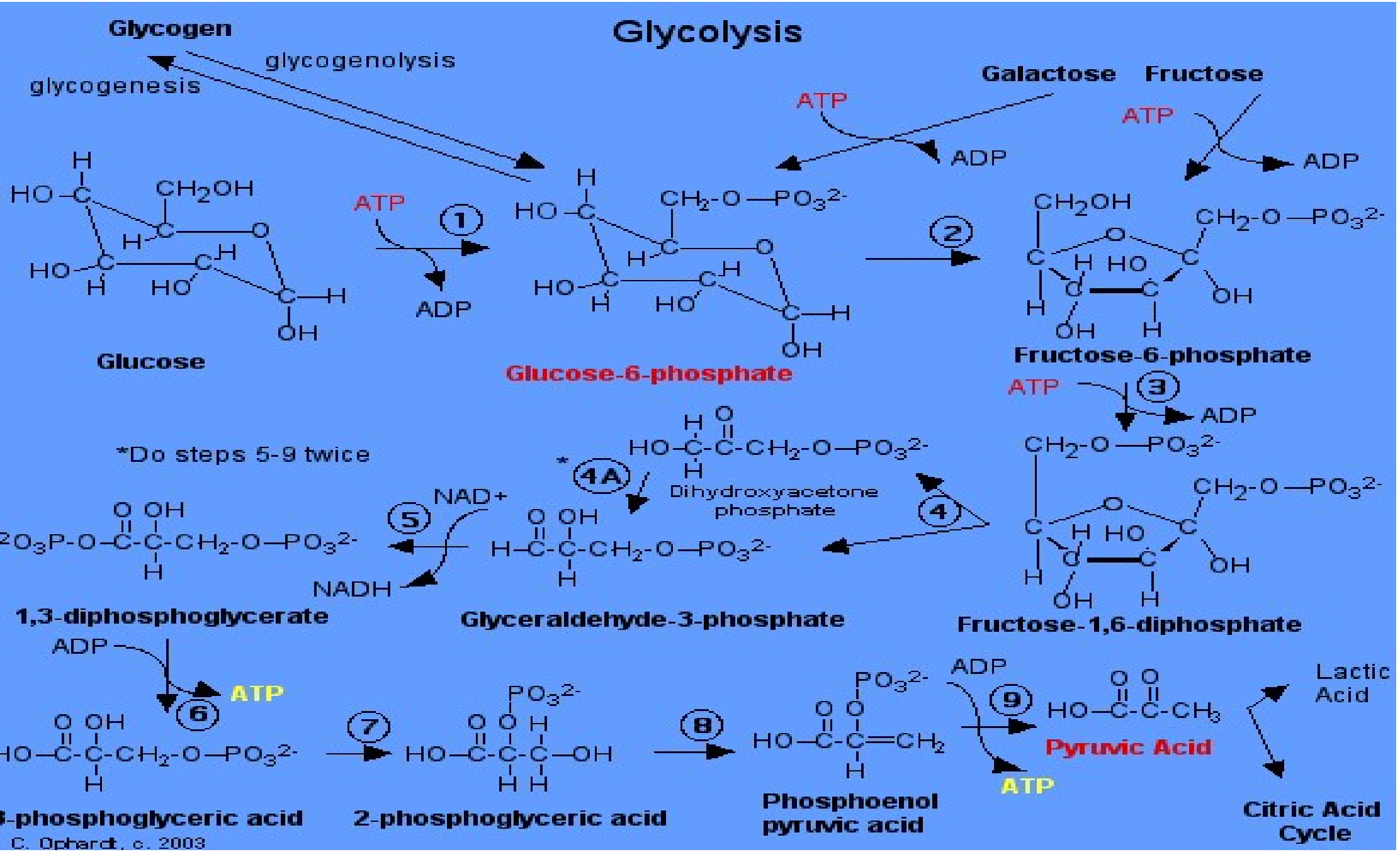
- اين جريان شبيه به سوخت و ساز گلوكز در سلول است.


Ruminal Fermentation
STAGES
I
(Polysaccharide hydrolysis)
II
(Glycolysis)
III
(VFA Synthesis)
IV
Starch
Cellulose
Fructosans
Hemicellulose
Pectin
Glucose
Xylose
Fructose 1,6 BisP
Phosphoenolpyruvate
FORMATE
Methanobacterium ruminantium
Vibrio succinogenes
8H
CO_2
PYRUVATE
AcetylcoA
Lactate
Oxaloacetate
Acetoacetate
DIRECT REDUCTIVE Pathway (10-30%)
RANDOMIZING Pathway (70-90%)
B-OH Butyrate
Acrylate
Succinate
CH_4
CO_2
ACETATE
BUTYRATE
PROPIONATE
MICROBIAL (PROTEIN) SYNTHESIS USING STAGES I – III INTERMEDIATES

جلسه 14

1. Glycolysis




Glycogen
glycogenolysis
glycogenesis
Glycolysis
Galactose
Fructose
ATP
ADP
Glucose
Glucose-6-phosphate
Fructose-6-phosphate
*Do steps 5-9 twice
NAD+
NADH
Dihydroxyacetone phosphate
1,3-diphosphoglycerate
Glyceraldehyde-3-phosphate
Fructose-1,6-diphosphate
Pyruvic Acid
Lactic Acid
Phosphoenol pyruvic acid
2-phosphoglyceric acid
Citric Acid Cycle
C. Ophardt, c. 2003

Glycolysis

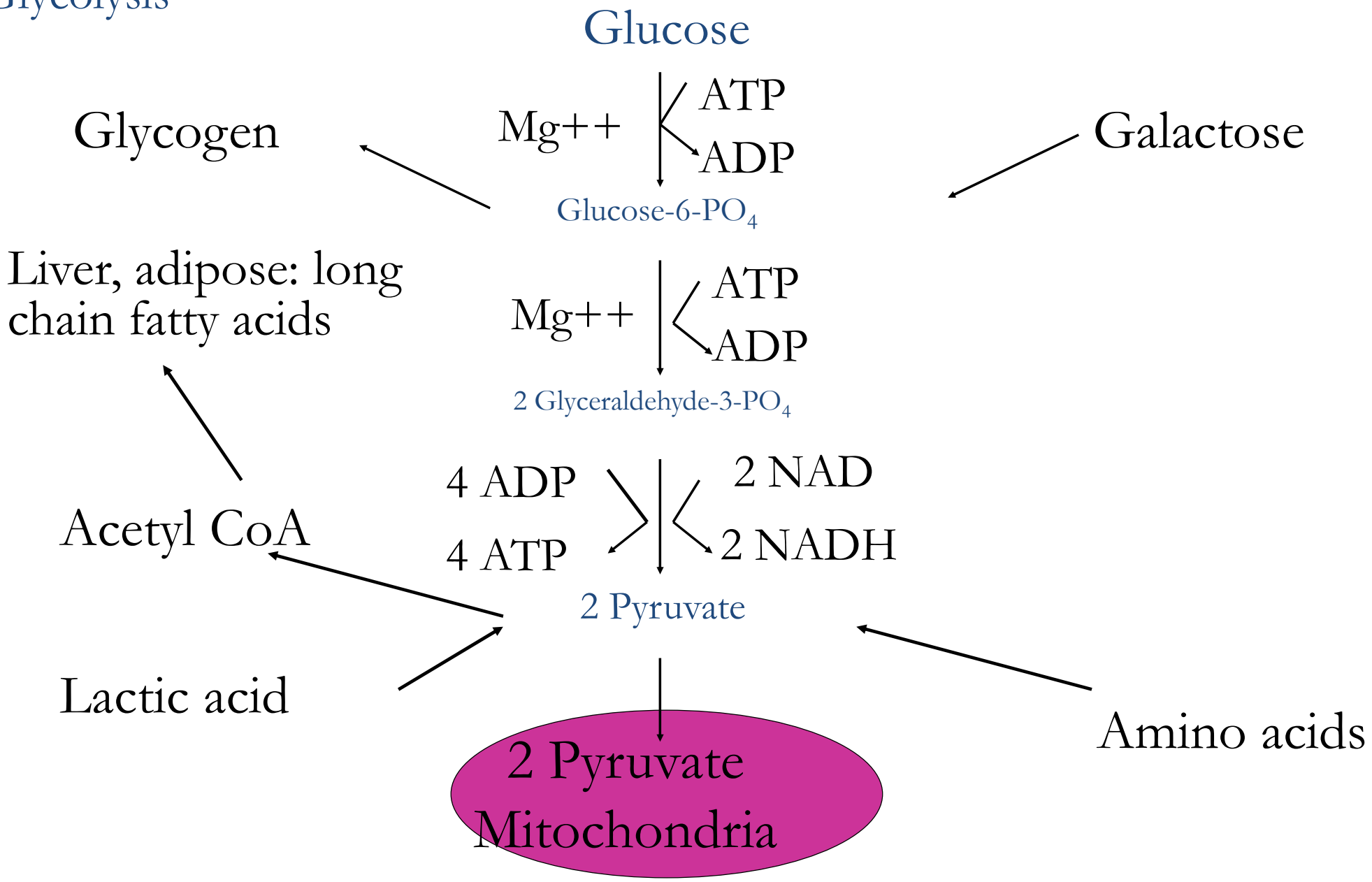
Energy (ATP) Production (aerobic):

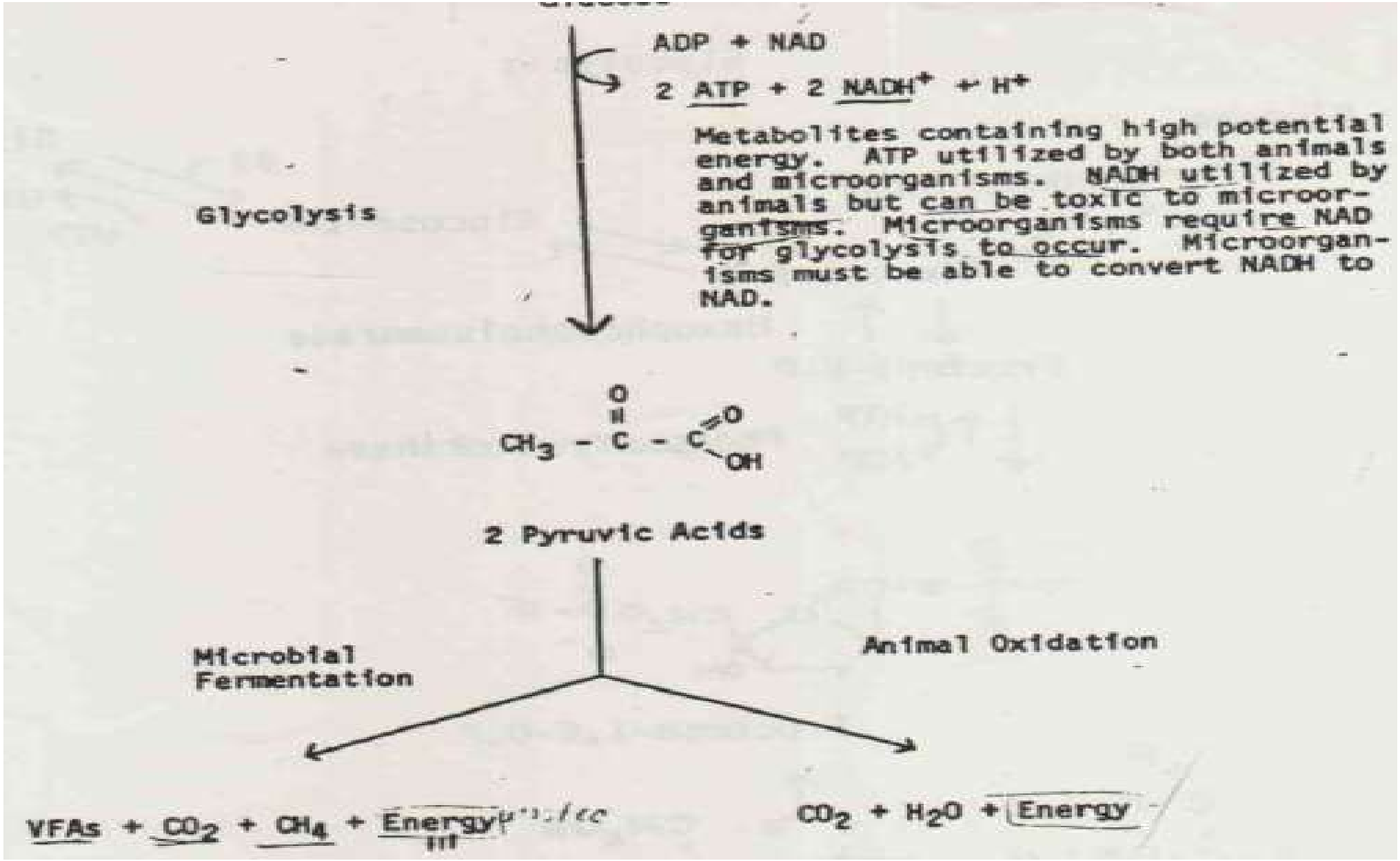
- # ATP Used = - 2
- # ATP produced = + 4
- 2 NADH2 produced = + 6

Net: = + 8

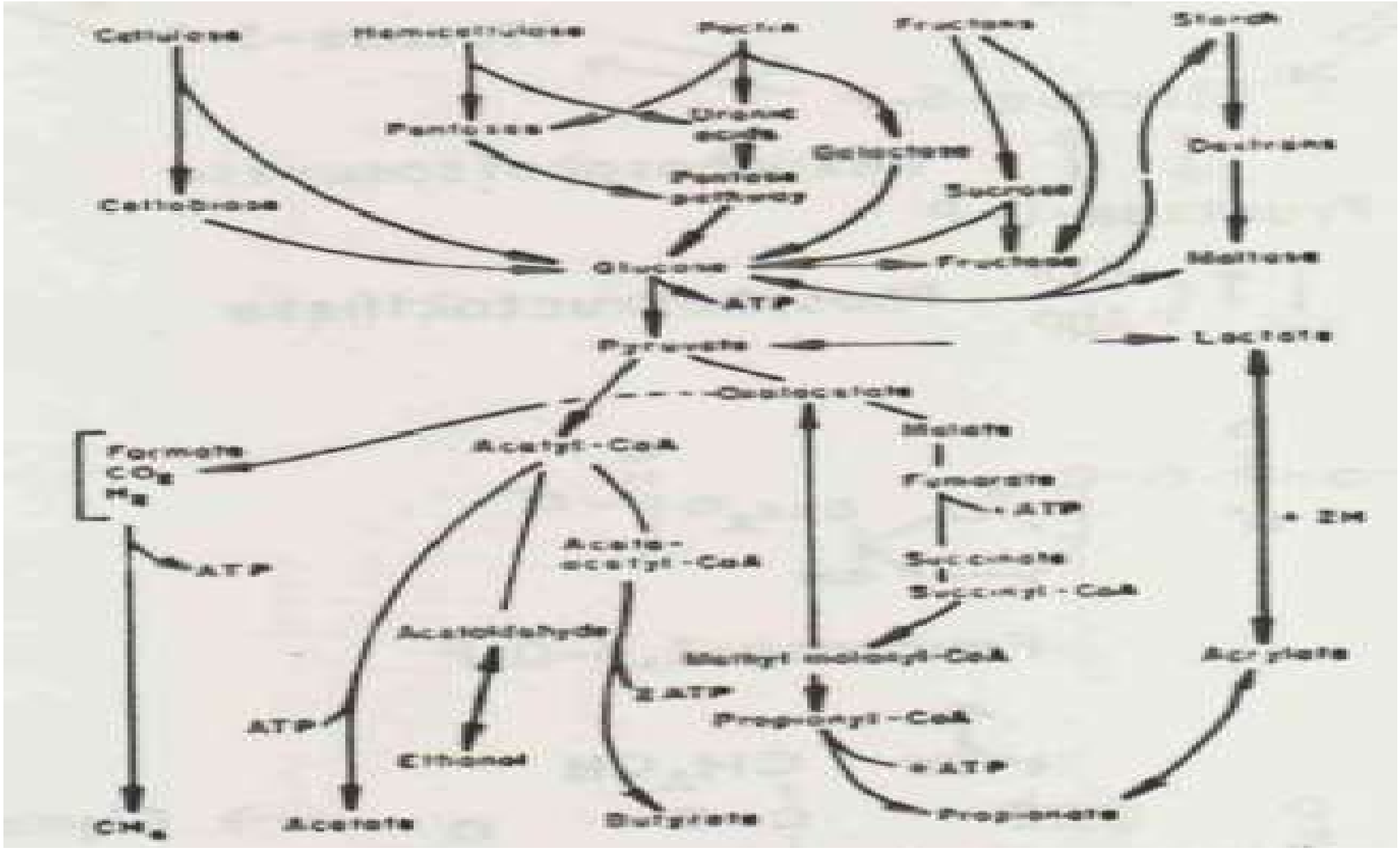
Accounts for 21% of energy

Glycolysis

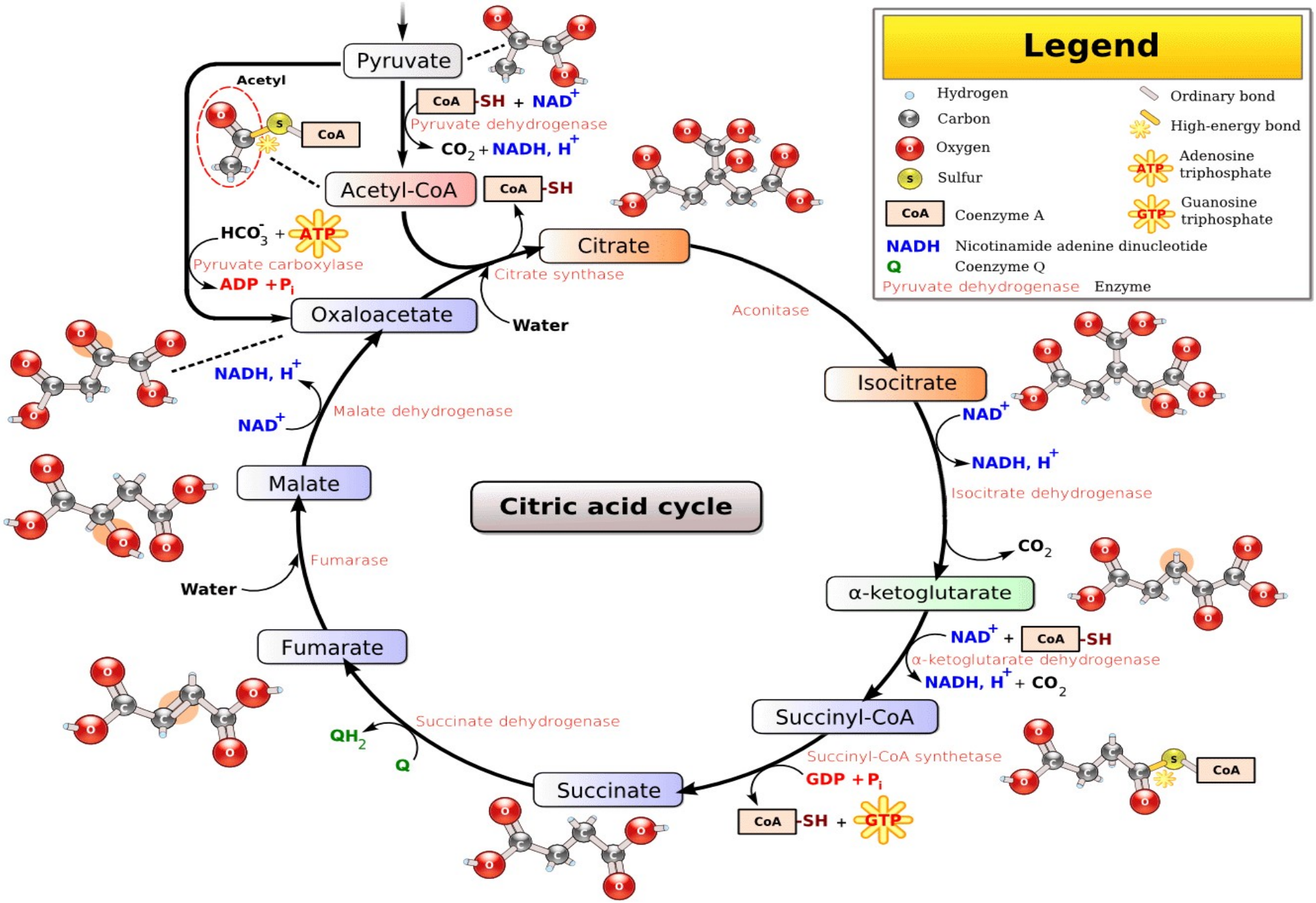

Glucose
Mg++
ATP
ADP
Glycogen
Galactose
Glucose-6-PO4
Liver, adipose: long chain fatty acids
Mg++
ATP
ADP
2 Glyceraldehyde-3-PO4
4 ADP
4 ATP
2 NAD
2 NADH
Acetyl CoA
2 Pyruvate
Lactic acid
Amino acids
2 Pyruvate
Mitochondria


ADP + NAD
2 ATP + 2 NADH+ + H+
Metabolites containing high potential energy. ATP utilized by both animals and microorganisms. NADH utilized by animals but can be toxic to microorganisms. Microorganisms require NAD for glycolysis to occur. Microorganisms must be able to convert NADH to NAD.
Glycolysis
CH3 - C - C=O OH
2 Pyruvic Acids
Microbial Fermentation
Animal Oxidation
VFAs + CO2 + CH4 + Energy
CO2 + H2O + Energy

در شکمبه


Cellulose
Hemicellulose
Pectin
Fructans
Starch
Pentoses
Uronic acids
Galactans
Pentose pathway
Cellobiose
Sucrose
Glucose
Fructose
Maltose
ATP
Pyruvate
Lactate
Oxaloacetate
Malate
Acetyl-CoA
Formate
CO2
H2
Fumarate
+ ATP
+ 2H
Succinate
Succinyl-CoA
ATP
Aceto-acetyl-CoA
Acetaldehyde
Methyl malonyl-CoA
Acrylate
2 ATP
ATP
Propionyl-CoA
Ethanol
+ ATP
CH4
Acetate
Butyrate
Propionate

TCA CYCLE


Legend
Hydrogen
Carbon
Oxygen
Sulfur
Ordinary bond
High-energy bond
Adenosine triphosphate
Guanosine triphosphate
CoA Coenzyme A
NADH Nicotinamide adenine dinucleotide
Q Coenzyme Q
Pyruvate dehydrogenase Enzyme
Citric acid cycle
Pyruvate
Acetyl
CoA
Pyruvate dehydrogenase
Acetyl-CoA
Citrate
Citrate synthase
Water
Oxaloacetate
Pyruvate carboxylase
ADP + Pi
Malate dehydrogenase
Malate
Fumarase
Fumarate
Succinate dehydrogenase
Succinate
Succinyl-CoA synthetase
Succinyl-CoA
α-ketoglutarate dehydrogenase
α-ketoglutarate
Isocitrate dehydrogenase
Isocitrate
Aconitase

TCA Cycle

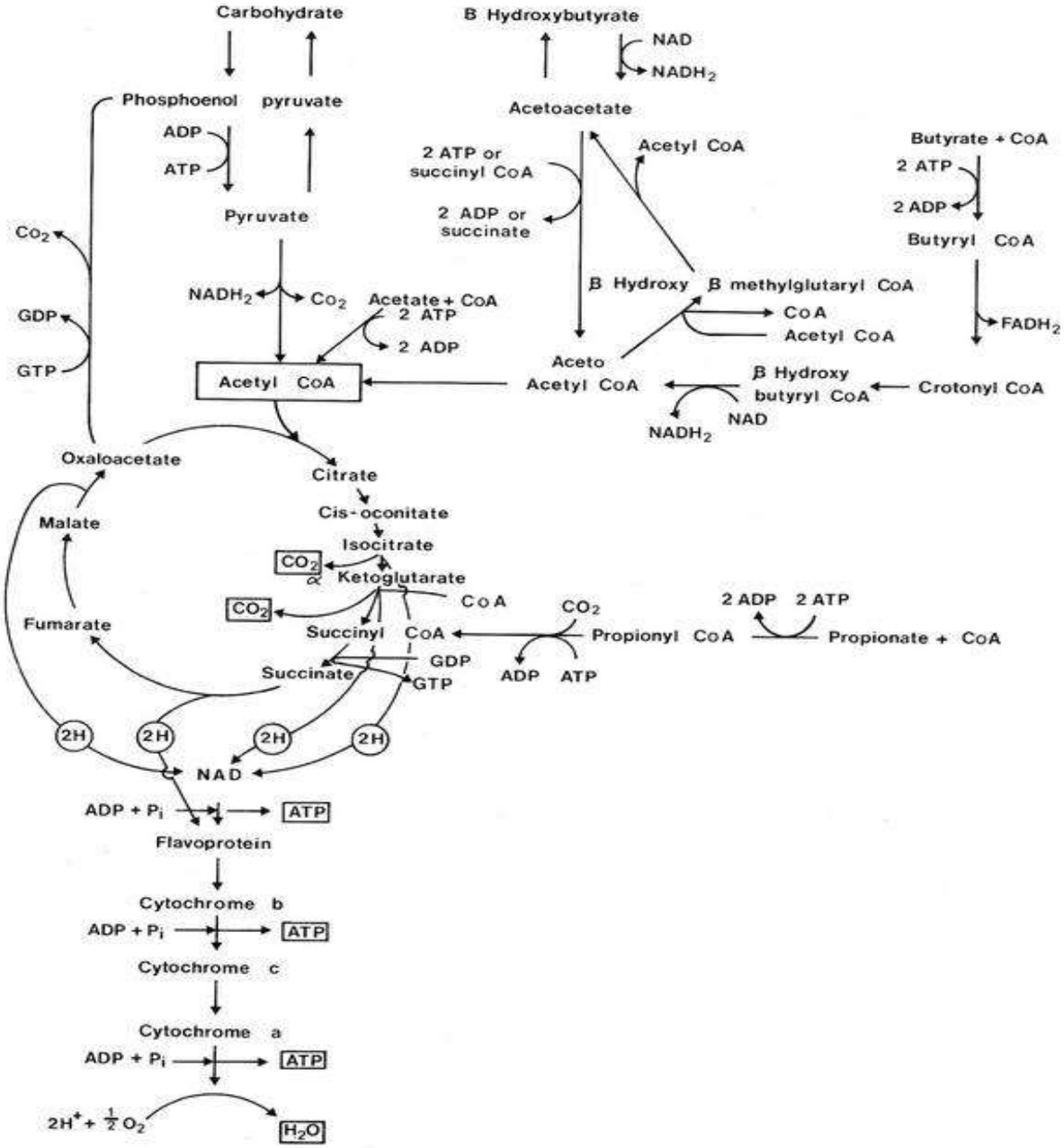
Energy (ATP) Production (aerobic):

- 8 $NADH_2$ = 24
- 2 $FADH_2$ = 4
- 2 GTP = 2

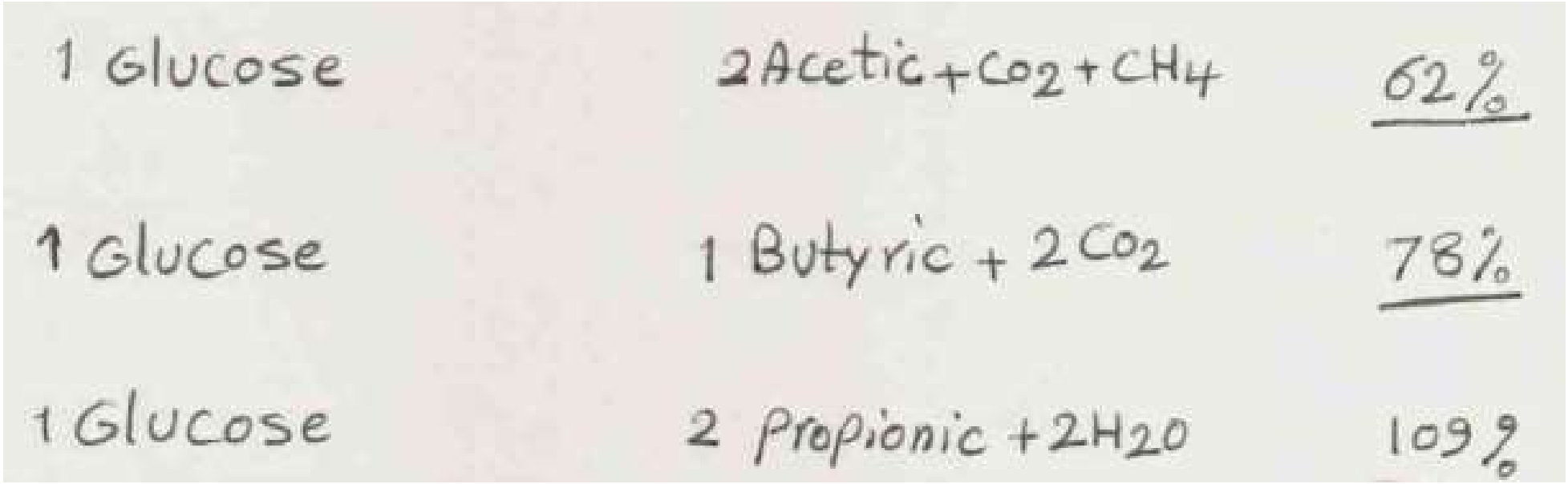
NET = 30 ATP (TCA cycle)

Glycolysis = 8

Total/mole glucose = 38 ATP


Carbohydrate
B Hydroxybutyrate
NAD
NADH2
Phosphoenol pyruvate
Acetoacetate
ADP
ATP
2 ATP or succinyl CoA
Acetyl CoA
Butyrate + CoA
2 ATP
2 ADP
Pyruvate
2 ADP or succinate
Butyryl CoA
CO2
NADH2
CO2
Acetate + CoA
2 ATP
B Hydroxy B methylglutaryl CoA
CoA
Acetyl CoA
FADH2
GDP
GTP
2 ADP
Aceto Acetyl CoA
Acetyl CoA
B Hydroxy butyryl CoA
Crotonyl CoA
NAD
NADH2
Oxaloacetate
Citrate
Cis-oconitate
Malate
Isocitrate
CO2
α Ketoglutarate
CO2
CoA
CO2
2 ADP 2 ATP
Fumarate
Succinyl CoA
Propionyl CoA
Propionate + CoA
GDP
Succinate
GTP
ADP ATP
2H
2H
2H
2H
NAD
ADP + Pi
ATP
Flavoprotein
Cytochrome b
ADP + Pi
ATP
Cytochrome c
Cytochrome a
ADP + Pi
ATP
2H+ + ½ O2
H2O

مقاسه بازدهي انرژي اسيدهاي چرب توليد شده از گلوكز



- وقتی به نشخوازکنندگان مخلوطي از دانه غله و علوفه داده شود، حدود 10 درصد انرژي موجود در اين جيره به صورت گاز متان از دست مي‌رود.

نکاتی در باره تولید VFA

- ميكروبهاي هضم كننده سلولز توليد درصد بيشتراستيك اسيد
- ميكروبهاي هضم كننده نشاسته عمل كرد سريعتر و توليد درصد بيشتر پيروپيونيك اسيد وكل VFA
- توليد حرارت در موقع تخمير
  - ميكربهاي هضم كننده سلولز به ازاء سوخت و ساز هر مولكول گلوكز، توليد بيشتر حرارت
- كل انرژي توليدي از تخمير ميكروبي غلات بيشتر مي‌باشد
  - هضم كاملتر نشاسته از سلولز توسط ميكربها.

- کنسانتره بیشترترشح بزاق کمتر، نشخوار کمتر
- PH شکمبه
  - 5/5 الی 6 در موقع استفاده از کنسانتره
  - 6 الی 7 در موقع استفاده از علوفه
- تغییر نسبت تولید اسیدهای چرب مصرف کنسانتره و یا علوفه
- خرد کردن مواد غذایی (دانه‌های غلات و علوفه)
  - کاهش تحریک غدد بزاقی
  - کاهش نشخوار
  - کاهش مقدار PH شکمبه
  - تغییر نسبتهای VFA

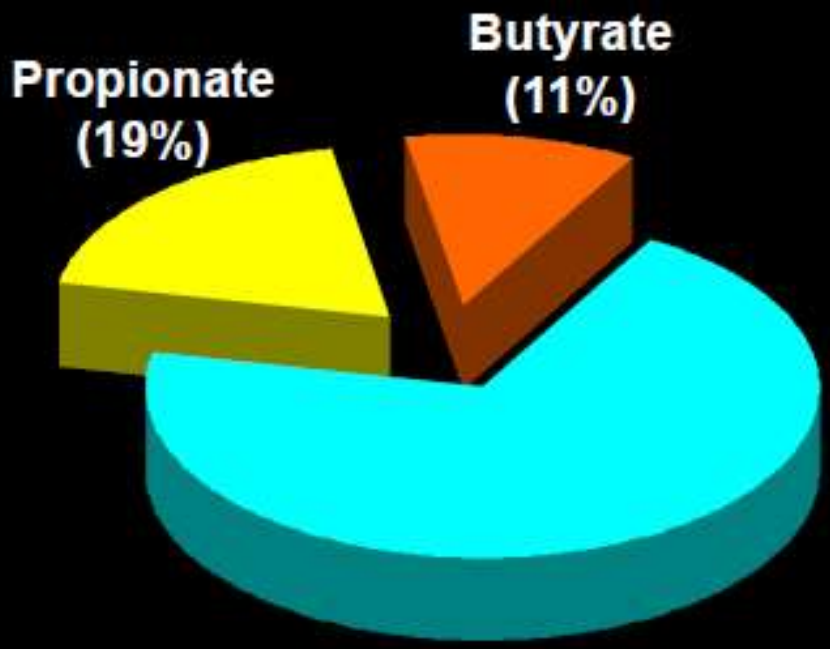
What's the relevance?

Colorado Blizzard 2006

VFA Production

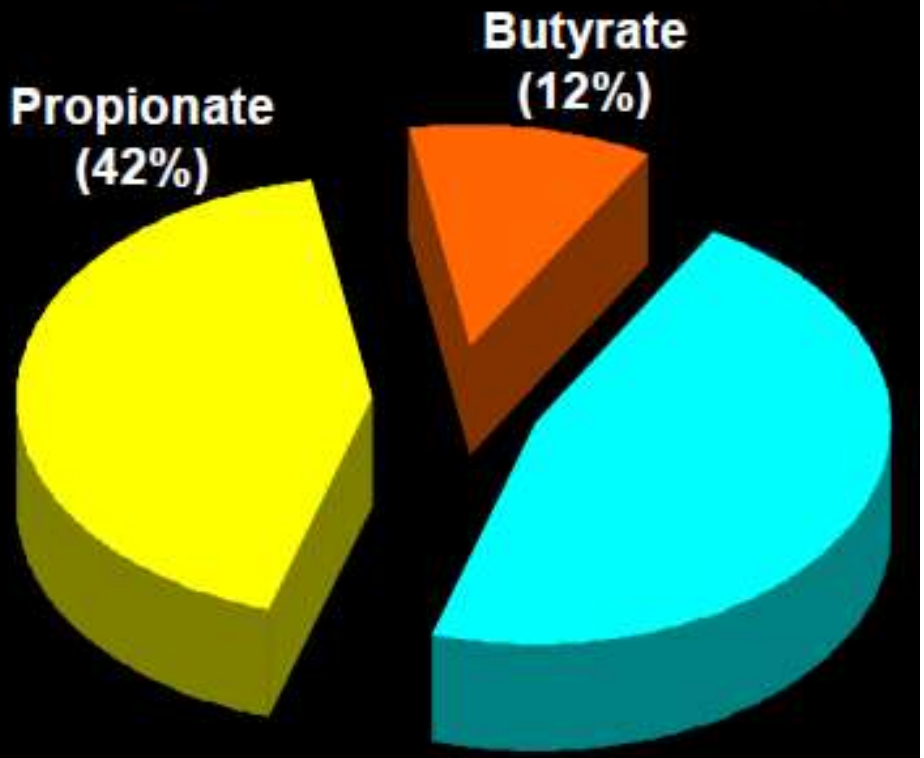
Hay

(High Fiber Diet: Total VFA 122 mM)

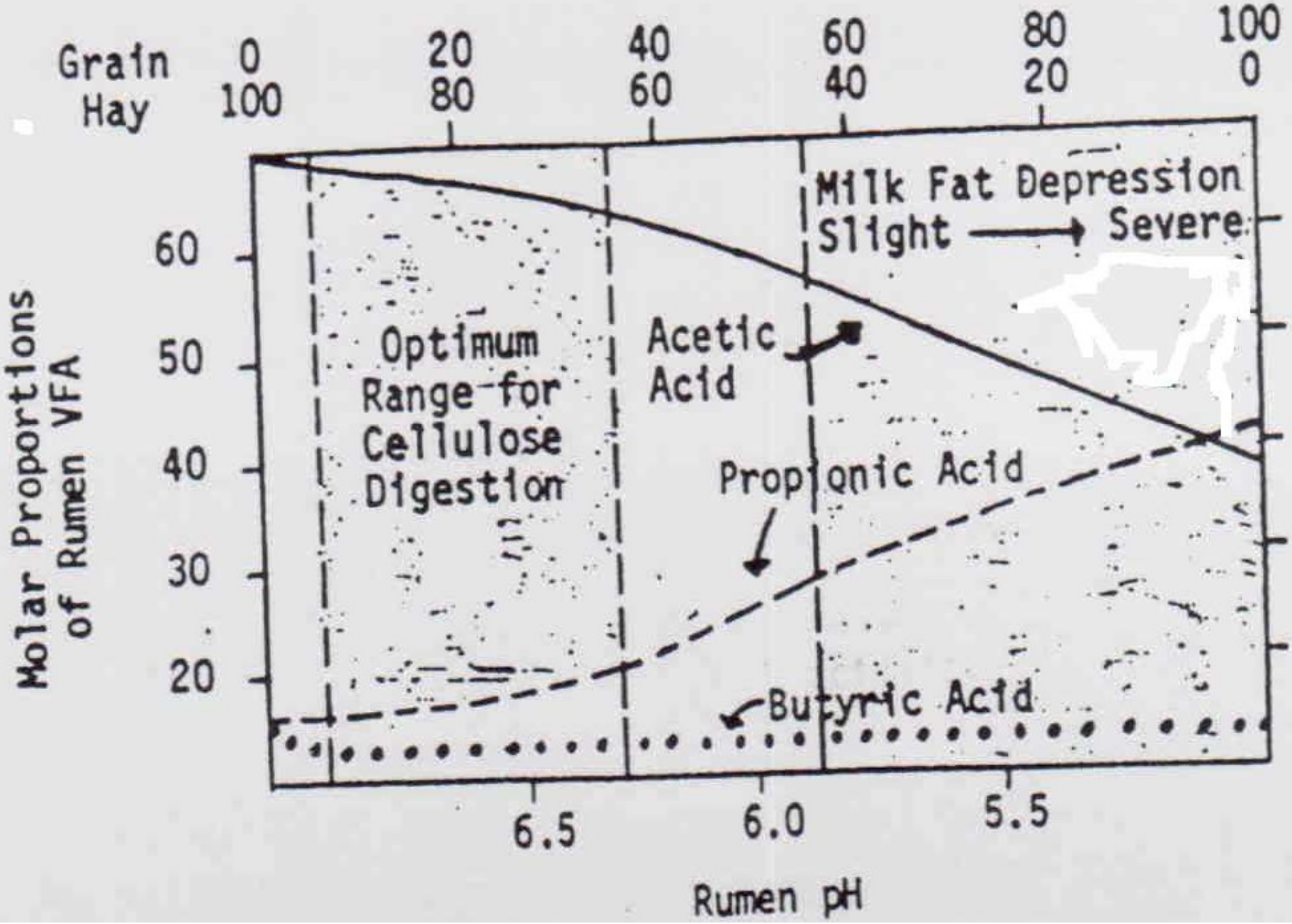


Grain

(High Starch Diet: Total VFA 148mM)



(Bergman Physiol. Rev. 1990. 70(2): 567-590)


Grain
Hay
0
100
20
80
40
60
60
40
80
20
100
0
Milk Fat Depression
Slight → Severe
Optimum
Range for
Cellulose
Digestion
Acetic
Acid
Propionic Acid
Butyric Acid
Molar Proportions
of Rumen VFA
60
50
40
30
20
6.5
6.0
5.5
Rumen pH

جذب VFA در نشخوارکنندگان

- الف) محل جذب
- شکمبه %76
- هزارلا و شیردان %19
- هزار لا ؟
- روده کوچک ؟
- ب) جذب بنا بر خاصیت اختلاف غلظت
- ج) جذب مواد غذایی گلوکز؟ ، NH_4^+ و اسیدهای آمینه؟.
- د) جذب مقداری VFA در سکوم و روده بزرگ

انرژی مورد استفاده نشخوارکنندگان

- -50 الی 70 درصد از VFA
- - 20 الی 30 درصد از مواد غذایی عبوری
  – بدون انجام عمل تخمیر به وسیله میکربها
- - 10 الی 15 درصد از میکروبهایی که از شکمبه وارد شیردان و روده کوچک شده‌اند.

Energy contributions from VFA

	Rumen	Cecum	Large Int.	Total Hind-gut
Cattle	63%			9%
Sheep	70%	5%		8%
Horse		30%		
Rabbit				
Pig			11%	25%
Human			6-10%	
Rat		5%		

جلسه 15

کنترل میکروبهای برای افزایش بازدهی انرژی

- تولید پروپیونیک اسید از تخمیر مواد غذائی
- تعویض جمعیت میکروبی
- مننسین
- باعث عوض شدن نسبت VFA می شود
- اگر به دانه غلات اضافه گردد
  - 5 الی 10 درصد کاهش غذا برای اضافه وزن مساوی در گاو
- اگر به علوفه با کیفیت خوب اضافه گردد
  - بازدهی بیشتر غذا ولی ممکن است مصرف تغییر نکند
- افزایش اضافه وزن در گاو پرواری

هضم کربو هیدراتها در روده نشخوار گنندگان

- همانند غیر نشخوار کنند گان
- تفاوت
- مقدار کمتر کربوهیدراتها وارد روده نشخوار کننده گان
- کاربرد کمتر هضم کربوهیدراتها با کیفیت در نشخوار کنند گان

خصوصیات مواد غذایی بر روی مقدار شیر تولیدی

- طرح انجام شده در دانشگاه ایلونوز آمریکا
- آزمایش: دوازده گاو شیرده هلشتاین به دو گروه تقسیم شدند و مواد غذایی زیر به آنها داده شد.

	علوفه خشک	دانه غلات	درصد کنسانتره
گروه 1	18	24	57
گروه 2	5	35	88

- اثر جیره غذایی بر روی تخمیر میکربی شکمبه

	استیت	پروپیونیت	بیوتیریت
گروه 1	4/62	9/23	3/12
گروه2	0/47	8/39	4/9

- مقدار کل تولید VFA در این آزمایش تقریباً برای هر دو گروه مساوی بود ولی نسبت درصدهای اسیدهای چرب فرار با همدیگر فرق می‌کند.

	وزن شیر (lb)	درصد چربی شیر
گروه 1	57/4	3/21
گروه 2	56/7	1/66

- سرانجام کربوهیدراتهای جذب شده و تخمیر شده درنشخوارکننده و غیرنشخوارکنندگان
- الف) کربوهیدراتهای جذب شده و آماده برای سوخت و ساز در حیوان

غیر نشخوارکنندگان	نشخوارکنندگان
قندهای ساده	استیت و پروپیونیت
گلوکز و گالاکتوز	بیوتیویت
فراکتوز و مقداری VFA	بعضی از قندهای ساده

- هدایت به طرف جگر توسط خون سیاهرگ ورید (Portal vain)
- جگر اولین محل سوخت و ساز کربوهیدراتهای جذب شده
- کار جگر
  - صاف کردن خون و جداکردن مواد غذایی آن
  - ذخیره بعضی از ویتامینها
  - ذخیره گلیکوژن، مقداری چربی و پروتئین
  - سوخت و ساز کربوهیدراتها
  - سوخت و ساز چربیها، اکسیداسیون اسیدهای چرب و ساخت کلسترول
  - سوخت و ساز پروتئین‌ها
  - آمین‌زدایی (Deamination)- بوسیله آنزیم دی‌آمیناز
  - واکنش انتقال آمین (Transamination) و ساخت اوره

- آزاد شدن انرژی در جگر
  - منبع انرژی فوری ← گلوکز
  - منبع انرژی آماده ← گلیکوژن
  - منبع انرژی طولانی ← چربی
  - Fat →Energy
  - انرژی موجود در پروتئین‌ها
  - Protein → Energy

- اگر چه کربوهیدراتها از مواد غذایی ضروری نیستند ولی از نظر فیزیولوژی جزء مواد غذایی بسیار مهم محسوب می‌شوند
- سوخت و ساز آنها تامین کننده اصلی منابع انرژی مورد احتیاج حیوانات می‌باشند.
- با این حال هیچ حیوانی به اندازه بیش از 15 الی 20 دقیقه، ذخیره کربوهیدراتی در یک زمان، در بدن خود ندارد.
- چربی بهترین راه برای ذخیره کردن انرژی در بدن.
- انرژی چربی = انرژی کربوهیدراتها $\times 2.25$