به نام خدا

فرآوری غلات در گاوهای شیری هلشتاین

Grain Processing for Dairy Cows

محمد خوروش

زمستان 1392

افزایش تولید گاوهای شیری در سال های اخیر

آمار مربوط به افزایش تولید گاوهای شیری در ایالات متحده

Table 2
Average milk production per cow per 300-day lactation from 1940 to 1995 in the US

Year	Milk (kg/year)	Milk (kg/day)	4% FCM[a] (kg/year)	4% FCM (kg/day)	Fat (kg/year)	Fat (kg/day)	Fat (%)
1940	2096	7	2090	7	83.5	0.28	3.97
1950	2410	8	2393	8	95.3	0.32	3.96
1960	3188	10.6	3072	10.2	119.8	0.4	3.76
1970	4423	14.7	4198	14	161.9	0.54	3.66
1975	4699	15.7	4472	14	172.8	0.58	3.68
1980	5394	18	5117	17.1	197.3	0.66	3.65
1985	5908	19.7	5615	18.7	216.8	0.72	3.67
1990	6705	23.4	6349	21.2	244.5	0.81	3.65
1995	7462	24.9	7080	23.6	273.1	0.91	3.66

[a] 4% fat-corrected-milk or FCM is milk corrected to 4% fat, and is expressed in the formula FCM = $0.4M + 15F$, where M is the weight of milk and F is the weight of fat, with milk and fat all being in the same units.

مقدمه

- نشاسته منبع اصلی انرژی در جیره گاوهای پر تولید است.
  - بخش معنی داری از جیره گاوهای شیری (کمتر از 20 % تا بیشتر از 35 %) را تشکیل می دهد.

- عمده نشاسته جیره از منابع غله ای جیره است (یولاف با 45 % نشاسته و ذرت با 72 % نشاسته).

- بنابراین استفاده اپتیمم از نشاسته جیره، راهکار اصلی برای بهبود کارآیی تولید شیر است.

- تغییر در NEl مصرفی یا NEl جذبی با ایجاد تغییر در قابلیت هضم شکمبه ای و بعد از شکمبه ای نشاسته می تواند تولید شیر و پروتئین شیر را تغییر دهد.

منابع نشاسته ای در جیره نشخوارکنندگان در ایران

- جو منبع غله اصلی در جیره های کشور ایران (در آمریکا ذرت...!)

- ذرت دومین منبع غله برای نشخوار کنندگان در ایران (البته نوسانات قیمت این اقلام تاثیر به سزایی بر سطح شان در جیره دارد).

- در جیره گاوهای پر تولید بطور سنتی نسبت 50 به 50 از این دو غله بکار می رود، آیا شما نیز همین کار را در آینده خواهید کرد!!!

دیدی کلی از قابلیت هضم شکمبه ای و کل دستگاه گوارش غلات

Table 2. Effect of cereal grain type on adjusted least squares means for ruminal and total-tract digestibility of dietary nutrients

Item	Barley	Corn	Wheat	SEM	*P*-value
Ruminal digestibility[1] (% of intake)					
NDF	39.4	39.3	44.8	6.0	0.89
Starch	70.6[a]	54.1[b]	78.9[a]	5.3	0.001
Total-tract digestibility[2] (% of intake)					
DM	64.6	66.6	63.2	1.3	0.07
OM	66.9	68.4	65.4	1.2	0.15
NDF	47.2	45.6	40.4	2.8	0.29
Starch	92.8	92.6	93.9	1.5	0.80

[a,b]Means in the same column with different superscripts differ ($P \leq 0.05$), according to Saxton (1998).

[1]Number of treatment means were 30, 82, and 6 for barley, corn, and wheat, respectively.

[2]Number of treatment means were 62, 335, and 11 for barley, corn, and wheat, respectively.

Ferraretto et al., 2013

- قابلیت هضم شکمبه ای بالاتر جو و گندم در مقایسه با ذرت (به ترتیب 17 و 25 % بالاتر)

- تفاوت در ماتریکس پروتئینی در بر گیرنده نشاسته غلات

اهمیت فرآوری غلات جیره

فرآوری غلات اهمیت بالایی دارد چرا که...

- یکي از راه‌هاي اصلي جهت تغيير و بهبود ارزش مواد غذايي دانه خصوصا نشاسته و پروتئين است.
- فرآوري نشاسته را براي ميكروب‌ها قابل دسترس مي‌كند و افزاينده نرخ و مقدار تجزيه‌پذيري نشاسته در شكمبه است.
- فرآوري بايستي تا حد ابتيمم (جريان نشاسته به دئودنوم تا جايي كه هضم در كل دستگاه گوارش كاهش نيابد) انجام گردد.
- افزايش قابليت هضم و خوشخوراكي غلات را در پي دارد.

- تخريب بذر علف‌هاي هرز و جلوگيري از تكثير شان

- تشخیص روش فرآوري مناسب براى غلات جیره نیاز به درك بالایی از اثرات متقابل بين دام، خوراك و ميكروب‌هاي شكمبه دارد.

اهمیت و نقش دانه جو در تغذیه دام دنیا

- در جهان عمده ترین غله مصرفي گاوهاي گوشتي و شيري است چون براحتي نياز انرژتيك جيره را فراهم مي‌كند.

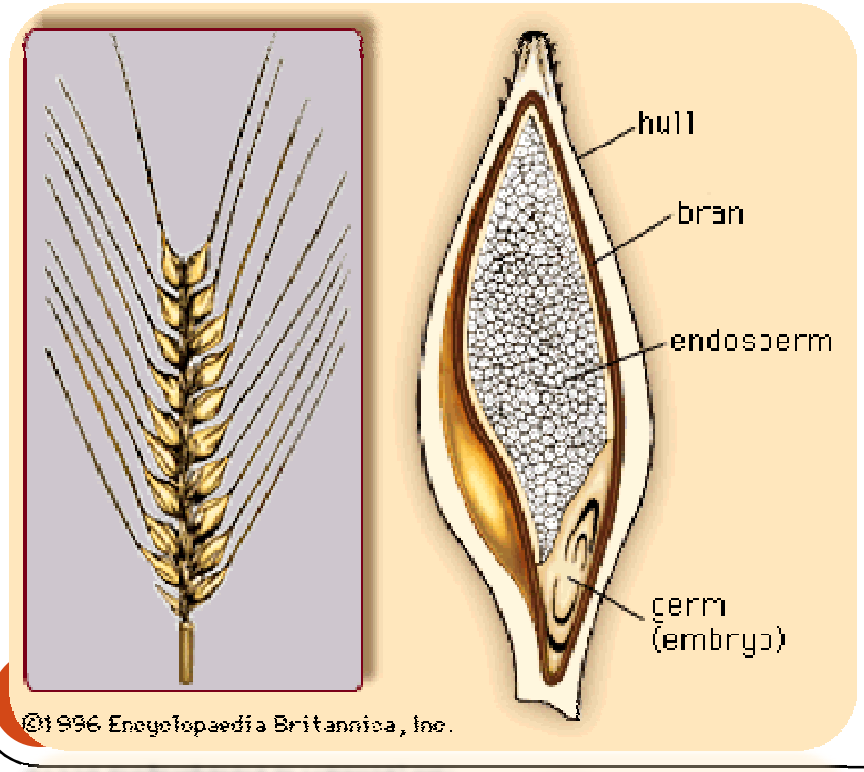
- توليد جو در ايران 3.5 ميليون تن است (69 % آبی و بقیه دیم) (آمار سال 1385).

- داراي محتواي پروتئيني بالاتر از ذرت است (حدود 12 %)، پس كاهش نياز به مكمل‌هاي پروتئيني را در پي دارد.
- دانه كامل جو داراي قابليت هضم پايين‌تري نسبت به ساير غلات است كه دليل‌اش پوشش فیبری (Hull) روی بخش آندوسپرم است.
  - نشاسته ذرت (79%)
  - نشاسته جو (64.6%) دليل انرژي پايين‌تر در مقابل ذرت است (البته نشاسته جو بسته به واریته متفاوت است).

چرا تکنیک های نوین فرآوری دانه جو توجه دنیا را به خود جلب کرده اند؟؟؟

- آندوسپرم هسته جو توسط پوسته فيبري (hull) پوشيده شده است كه به تجزيه ميكروبي مقاوم است.

- متاسفانه گاها دیده می شود متخصصین تغذیه جو را از گندم در مزرعه تشخیص نمی دهند!!!
- تكنيك‌هاي جديد فرآوري جو به دنبال افزايش جريان مواد مغذي به روده بدون اثرات منفي بر روي توليدات ميكروبي و قابليت هضم در كل دستگاه گوارش هستند.



در بالانس جیره ها بر پایه جو نگران چه باشیم!!!

- برعکس ذرت و سورگوم نشاسته جو ارتباط سخت و محکمي با ماتريکس پروتئيني کندتجزيه پذير اطرافش ندارد و در نتيجه داراي تجزيه پذيري موثر بالاتري است.

- برخي مواقع فرآوري زياد جو (آسیاب نرم) تجزيه نشاسته در شکمبه را خيلي بالا مي‌برد که اغلب کاهنده مصرف خوراك در نشخوارکنندگان است، چرا؟؟؟

- از سويي تغذيه جوي فرآوري شده در دامنه بالا نيز ريسك SARA را افزايش مي‌دهد و ناهمزماني رهايي ATP و اسکلت کربني و ترکيبات نيتروژني را در پي دارد و ...

- به نظر شما جو و ذرت در مقایسه با یکدیگر به ترتیب چه اثری بر روی چربی و پروتئین شیر دارند، چرا؟؟؟

انواع فرآوری دانه جو

- **فرآوری فیزیکی**
  - فیزیکي سرد
  - فیزیکي گرم

- **فرآوری شیمیایی**
  - فرمالدهید، اوره و آمونیاك، هیدروکسید سدیم و ...

- **فرآوری بیولوژیک**
  - استفاده از آنزیم‌هاي فیبرولیتیك

فرآوری فیزیکی سرد

- هدف از فرآوري فيزيكي شكستن سدهاي فيزيكي دانه است.

- **آسیاب کردن**
  - آسیاب کردن لايه‌هاي خارجي را مي‌شكند تا آندوسپرم غلاف، بيشتر تحت تجزيه قرار گيرد.

  - آسیاب کردن به مقدار بالايي افزاينده سطح موجود براي اتصال ميكروبي است و نرخ تجزيه نشاسته در شكمبه با اندازه ذرات غله ارتباط معكوسي دارد.

  - در كل فرآوري اقتصادي است كه براي تمامي گاوداران هم امكان انجام دارد.

- **مشکل** :
  - آسیاب کردن خيلي نرم جو ممكن است DMI را از طريق افزايش گرد و غبار جيره و تسريع آزاد شدن اسيدهاي آلي در شكمبه (پروپيونات) كاهش دهد.
  - آیا این مشکل برای ذرت نیز صدق می کند؟؟؟

مطالعه دکتر قربانی و همکاران (1381)

- میانگین هندسي اندازه ذرات دانه جو برابر 0.94، 1.93 و 2.9 ميلي متر
- 6 گاو شيرده نژاد هولشتين در قالب يک طرح مربع لاتين 3×3 تکرار شده
- گاوها جيره اي داراي 40% ذرت سيلو شده و 60% کنسانتره دريافت کردند که 50% بخش کنسانتره اي جيره را دانه جو آسياب شده

نتايج

- اندازه ذرات 2.9 به طور معني داري باعث کاهش درصد پروتئين شير و توليد شير روزانه شد.
- با افزايش اندازه ذرات دانه جو توليد روزانه پروتئين شير به طور معني داري کاهش يافت.

نتيجه گيري کلي

- احتمالا درشت آسياب کردن دانه هاي جو نيز مشکلاتي را در امر تغذيه دام ايجاد مي کند و در شرايط مشابه با آزمايش حاضر، ذرات نزديک به يک ميلي متر را مي توان توصيه کرد.

فرآوری های فیزیکی سرد

غلطک زدن خشک (Dry rolling)

- عبور هسته‌هاي جو از بين غلطك‌هاي در حال چرخش براي شكستن دانه و قرار گرفتن آندوسپرم در دسترس مستقيم ميكروب‌ها

- مزايا : توزيع اندازه ذرات يكنواخت‌تر و زبرتر از آسياب كردن توليد مي‌كند.

- **خيساندن و غلطک زدن (Tempering)**

ü 12تا 24 ساعت قبل از غلطك زدن محتواي رطوبتي دانه به 200 تا 250 گرم در كيلوگرم مي‌رسانند (خيساندن در آب).

- **مزايا** :

ü كاهش گرد و غبار و ذرات نرم طي غلطك زدن

ü ذخيره رطوبت در هسته به حفظ يكپارچگي هسته كمك مي‌كند و خرد شدن هسته حين عبور از غلطك‌ها را مي‌كاهد.

ü افزايش نسبت ذرات باقيمانده روي الك‌هاي زبرتر

- **مشكل** :

ü نياز به مخازن مقاوم به خوردگي

فرآوری های فیزیکی گرم

- ترکیبي از گرما، رطوبت و فشار استفاده مي گردد.

- در اين تكنيك‌ها عموما نشاسته ژلاتينه مي گردد كه تجزيه ميكروبي و هضم آنزيمي در روده را افزايش مي دهند.

- **آيا افزايش تجزيه ميكروبی برای جو مناسب است؟؟؟**

- در عين حال برخي از تكنيك‌هاي فرآوري فيزيكی گرم (Steam Rolling) داراي اثرات كاهشي روي سرعت تجزيه پذيري نشاسته در شكمبه هستند كه براي جو مفيد است.

جدول پایین گویای بهترین روش فرآوری برای جو است !!!

Table 1
Effect of the source of concentrate and processing method on *in situ* starch degradability in the rumen from selected concentrate sources. (adapted from Firkins et al., 2001 and Offner et al., 2003).

Feedstuffs	Processing method	Starch content (% of DM)	Degradation [a]		ERD [b]
			a (%)	*c* (%/h)	
Barley grain	Untreated	57.8	51.5	35.0	91.3
	Ground		46.0	38.7	85.9
	Cracked		1.0	6.0	50.3
	Steam-rolled		29.5	10.9	70.6
	Formol treated		39.7	26.4	84.4

Zebeli et al. 2010

فرآوری های فیزیکی گرم

تف دادن (Roasting)

- استفاده از حرارت خشك (تا 144 درجه) ممكن است بهبود دهنده كارايي خوراك و توليد دام از طريق كاهش نرخ هضم نشاسته سريع التخمير در شكمبه و عبور به روده كوچك باشد.

- مكانيسم :
  - با مقاوم ساختن ماتريكس پروتئيني به پروتئوليز

- اثر اعمال حرارت روي مقدار RDP و هضم RUP به (Brodrick. 1991) :
  - مقدار رطوبت دانه
  - دماي اعمال شده
  - زمان اعمال تيمار

ورقه كردن با بخار (Steam Flaking)

- در بخش فرآوری ذرت توضیح داده خواهد شد....

فرآوری های فیزیکی گرم

پلت کردن (Pelleting)

- ابتدا دانه یا مخلوط خوراك‌هاخرد شده بعد بخار داده مي‌شود و در نهايت با فشار زياد از بين منافذ خروجي دستگاه عبور مي‌كنند.
- پلت كردن هضم نشاسته را از طريق افزايش ژلاتينه كردن گرانول هاي نشاسته فزايش مي دهد.

مزايا :

- كاهش حالت آردي و گرد و غباري
- افزايش خوشخوراكي
- كاهش اتلاف در خوراك
- كاهش مصرف انتخابي خوراك (R???
- ژلاتينه شدن نسبي نشاسته ذرت

فرآوری های فیزیکی گرم

آیا تغذیه پلت نتایج هم سویی در پی داشته است ؟؟؟

- کانديشنر بخار و پلت زدن طي اين فرآوري تنها 10 تا 200 gr/kg از نشاسته را ژلاتينه مي‌كند و اثر چشمگيري روي هضم شكمبه‌اي نشاسته و كيفيت فيزيكي خوراك ندارد.

- احتمالا كاهش اندازه ذرات مكانی‌سم اثر پلت كردن روي عملكرد و هضم گاو است.

- قابليت هضم ملكول هاي غذايي در شكمبه و و كل دستگاه گوارش براي فراوري پلت كردن بين منابع هم سو نبوده اند.

Svihus et al. (2005)

مشکل اصلی استفاده از فرآوری های گرم!!!

- فرآوري با بخار نياز به تجهيزات پيشرفته‌تري دارد كه هزينه‌هاي فرآوري را مي‌افزايند.
- گاهي افزاينده ADIN و محتواي ADF جو بدليل شكل‌گيري محصولات ميلارد مي‌باشند.

فرآوری های شیمیایی

- بكارگيري مستقيم محلول‌هاي شيميايي غليظ براي غلات طي چندين ساعت يا روز قبل از تغذيه است.
- فرآوري هاي شيميايي با توجه به افزايش هزينه‌هاي فرآوري هاي مكانيكي در آينده توجه صنعت دامپروري را به خود جلب خواهند كرد.
- به نظر شما ای‌ن اتفاق خواهد افتاد !!!

فرآوری های شیمیایی

هیدروکسید سدیم

- استفاده از 30 تا 40 DMgr/kg افزایش قابلیت هضم دانه از طریق تخریب پوشش دانه
- هضم شکمبه اي كندتر نشاسته در مقايسه با رل كردن و آسياب كردن
- كاهش نوسانات در pH شكمبه و احتمال وقوع اسيدوز شكمبه اي پايين

مشكل :

- با وجود مزاياي فرآوري غلات با NaOH بكارگيري عملي امكان پذير نيست بدلايل :
  - طبيعت شيميايي خورندگي
  - آسيب‌هاي كليوي (نفريت) طي استفاده در دراز مدت
  - شورسازي خاك

فرآوری های شیمیایی

آلدهیدها

- تیمار کردن خوراك‌ها با آلدهیدهايي مانند فرمالدهید در سطوح gr/kg 1.5 - 4 از DM دانه با کاهش تجزیه پذیري پروتئین عرضه اسیدآمینه‌ها را به روده کوچك افزایش مي‌دهند.

- گرانول‌هاي پروتئيني در برگیرنده نشاسته در غلات با آلدهیدها باندهاي کووالان تشکیل مي‌دهد بنابر این تیمار کردن غلات با آلدهیدها مي‌تواند بطور جزئي پروتئین و نشاسته غلات را از تجزیه شکمبه‌اي حفظ کند.

- فرآوري ملایم فیزیکي همراه با فرمالدهید روش موثري براي تغییر نرخ هضم نشاسته در شکمبه است.

- مشکل :
  - براي سلامتي کارگران مي‌تواند مشکلاتي ایجاد کند همانند NaOH.

فرآوری های بیولوژیک

- استفاده از آنزيم‌هاي فيبرولايتيك روشی است که براي افزايش هضم دانه جو در کل دستگاه گوارش بکار مي‌رود.

- Krause et al. (1998) جوي غلطك خورده را با مخلوطي از سلولاز و گزيلاناز تيمار کردند.

- نتايج :
  - قابليت هضم ADF در کل دستگاه گوارش 28% افزايش يافت.
  - نسبت A/P کاهش يافت که احتمالا مرتبط با افزايش هضم شکمبه‌اي نشاسته در نتيجه افزايش پيش هضمي دانه جو است.

فاکتورهای موثر بر پاسخ دام به جوی فرآوری شده

مقدار فرآوری

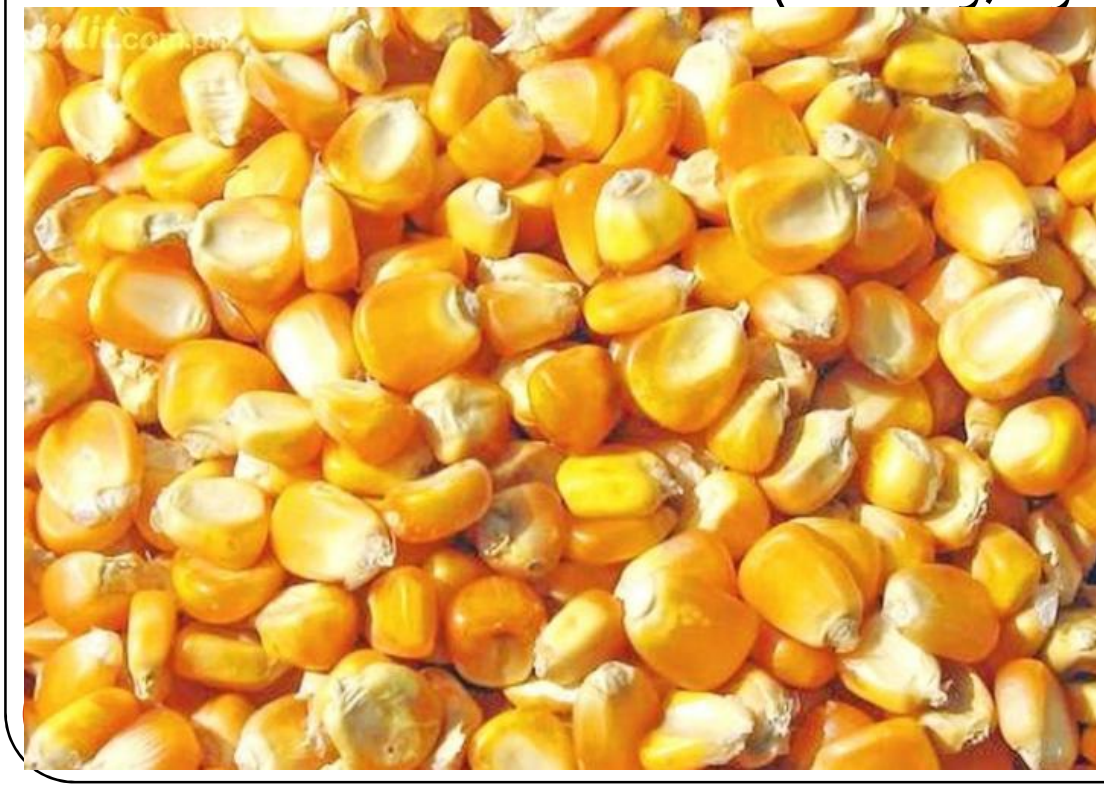
- مقدار غلطك زدن داراي اثر درجه 2 بر روي DMI است :
- تجزيه بالاي نشاسته در شكمبه توليد P را افزايش مي دهد كه داراي گيرنده و انتقال به CNS براي سيري است.
- Yang et al. (2000) اثر مقدار غلطك زدن با بخار براي 4 ضخامت (زبر، متوسط، متوسط- صاف و صاف) روي عملكرد گاوهاي شيري
- ماكزيمم توليد را با PI=64 گرفتند.

کیفیت جو قبل از فرآوری

- تنوع در خصوصيات فيزيكوشيميايي دانه جو قبل از فرآوري فاکتوری بسیار مهم در پاسخ دام به فرآوری است.
- مقدار NDF جو بين 17.3 تا 32.1 درصد
- مقدار نشاسته جو هم بين 45.9 تا 62.8 درصد

ذرت و ساختار نشاسته ای آن

- میانگین نشاسته ذرت در 46 نوع ذرت در USA حدود 71 % بوده است.
- تقریبا 75 درصد ارزش انرژی زایی ذرت حاصل از نشاسته آن است. NRC, 2001
- بنابراین بهبود کارایی نشاسته احتمالا می تواند بهبود عملکرد و کاهش هزینه خوراک را در پی داشته باشد (خصوصا زمان گران بودن غلات). Ferraretto et al., 2013

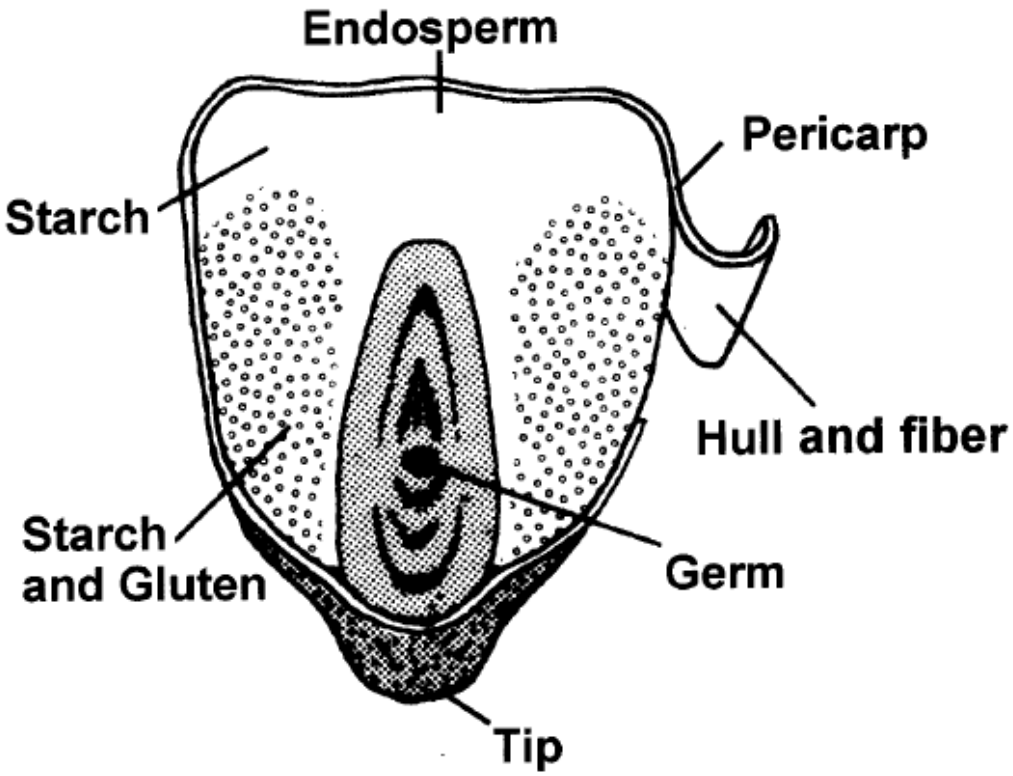


مورفولوژی دانه درت

- دانه ذرت از 3 بخش مورفولوژیک اصلی : **Pericarp**، **Germ** و **Endosperm**

Correa et al., 2002

- آندوسپرم و **germ** توسط **pericarp** احاطه شده اند که به شدت مقاوم به اتصالات میکروبی است.



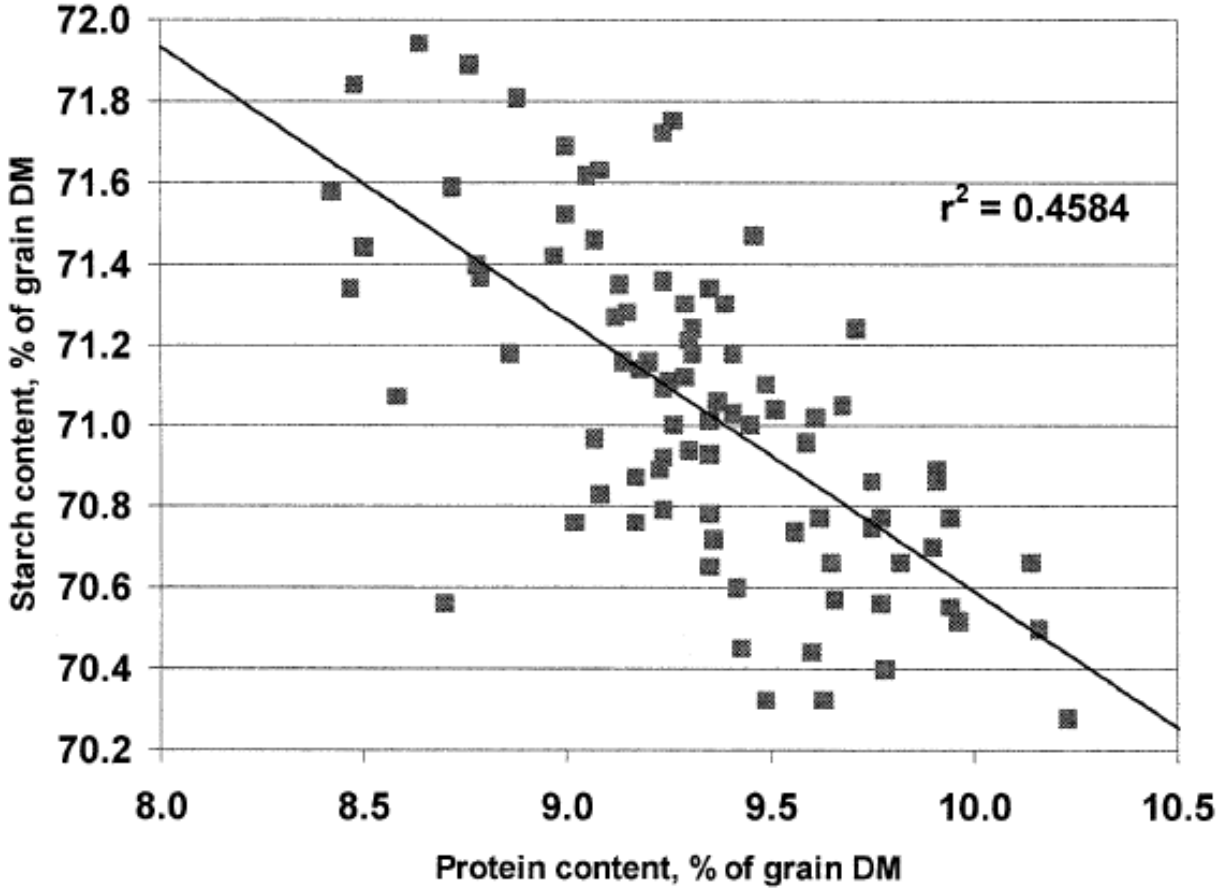
آندوسپرم دانه درت

- اغلب نشاسته ذرت در آندوسپرم دانه به شکل گرانولی در ماتریکس پروتئینی احاطه شده است.

- نسبت آمیلوز به آمیلوپکتین در این ساختار گرانولی :
  - 27 % آمیلوز
  - 73 % آمیلوپکتین
- تغییر این نسبت چه اثری بر هضم شکمبه ای نشاسته ذرت خواهد داشت، چرا؟؟؟

رابطه پروتئین و چربی ذرت با مقدار نشاسته ذرت

- غلظت نشاسته با افزایش پروتئین و چربی در ذرت کاهش می یابد:
  - علت جایگزینی germ توسط آندوسپرم است.

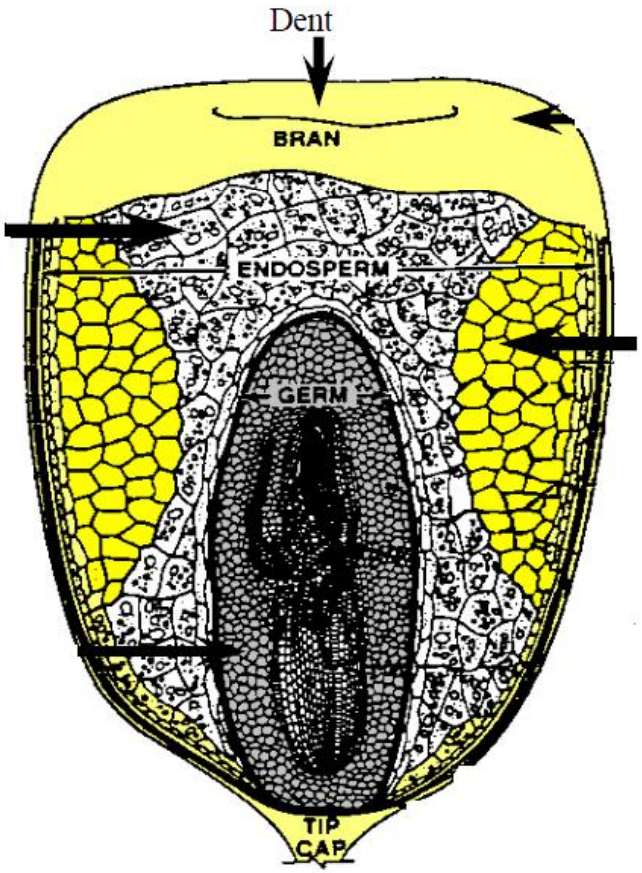


هضم نشاسته ذرت

- طبیعت بهم فشرده ملکول های نشاسته در گرانول های نشاسته ذرت بویژه در آندوسپرم سخت هسته، نفوذ پذیری آنزیم های آمیلولایتیک نسبتا بزرگ را دچار اختلال می کند.

- **انواع آندوسپرم ذرت**
  - اندوسپرم سخت یا شیشه ای (Vitreous Endosperm)
  - آندوسپرم نرم یا آردی (Floury Endosperm)

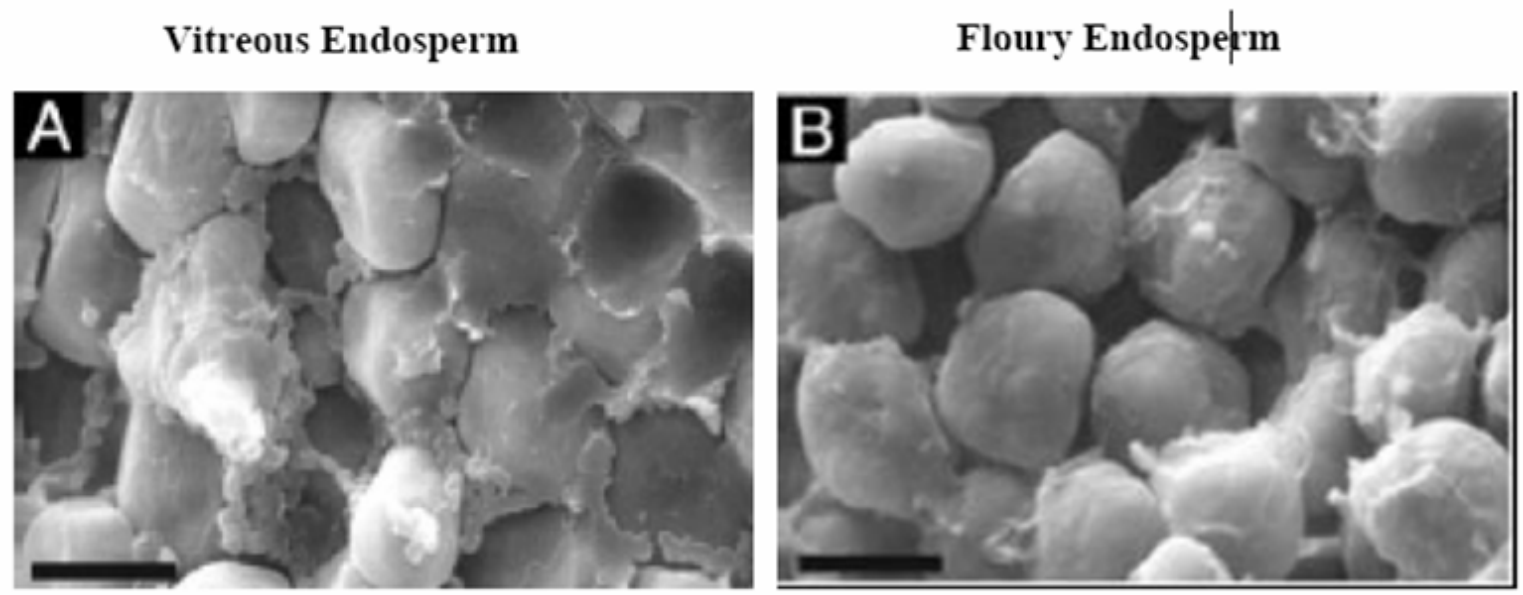
- کدام بخش آندوسپرم سخت و کدام بخش نرم است ؟؟



تفاوت آندوسپرم آردی و سخت

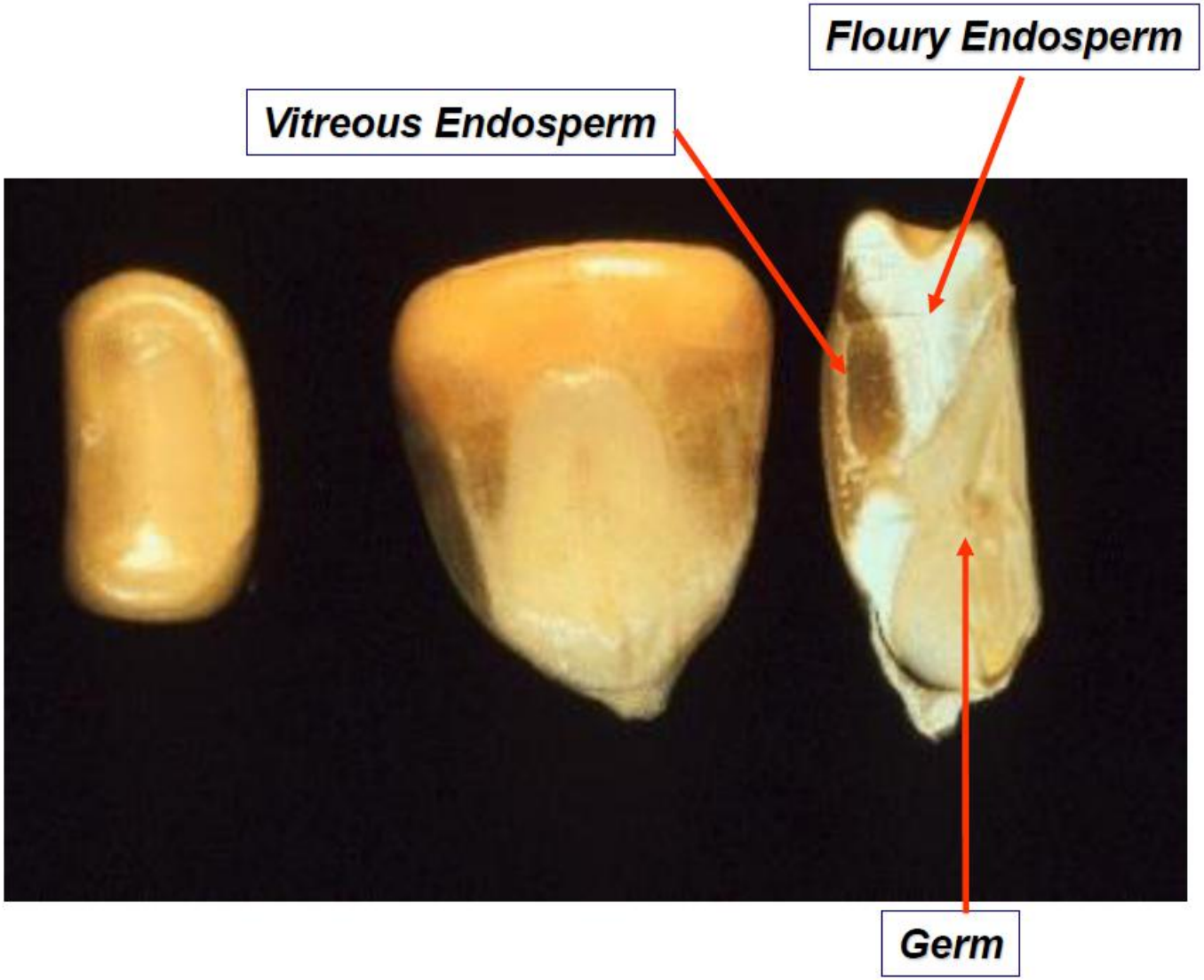
- **آندوسپرم سخت**
  - ماتریکس پروتئینی ضخیم، در کناره های جانبی اندوسپرم هسته

- **آندوسپرم آردی**
  - ماتریکس پروتئینی نازک، شل pack شده اند، ظاهر مات یا آردی و سطح پرتقال مانند دارند.



Scanning electron microscopy of starch granules in corn: A) starch granules heavily imbedded in prolamin-protein matrix, B) starch granules in opaque corn endosperm with less extensive encapsulation by prolamin-proteins (Gibbon et. al., 2003).

تفاوت آندوسپرم آردی و سخت



مشکل اصلی در هضم نشاسته ذرت

- آندوسپرم سخت یا شیشه ای در کناره های جانبی آندوسپرم ذرت بطور چگالی pack شده اند و توسط پروتئین زئین بهم چسبیده اند، که منافذی برای نفوذ آنزیم ها ندارد و بدین علت مقاوم به هضم اند.

- به همین علت برخی از محققین مانند French,1973 اعتقاد دارند که هضم گرانول های نشاسته ذرت با پیش روی از بیرون به داخل افزایش می یابد.

- سد اولیه برای هضم نشاسته ذرت ماتریکس پروتئینی است که گرانول های نشاسته را کپسوله می کند :

  - ماتریکس پروتئینی احاطه کننده گرانول های نشاسته ذرت (پرولامین زئین)
  - پروتئین های زئین در الکل محلول اند اما در محیط شکمبه نا محلول اند که به کندی بی‌زحمی می‌شوند.
  - جنس ماتریکس پروتئینی گلوتلین، مقدار هضم شکمبه ای گندم 80 %

- چرا گندم نرخ نخمیر بالایی دارد ؟؟؟

رابطه تجزیه پذیری ماده آلی ذرت با افزایش سهم آندوسپرم سخت در 31 واریته ذرت

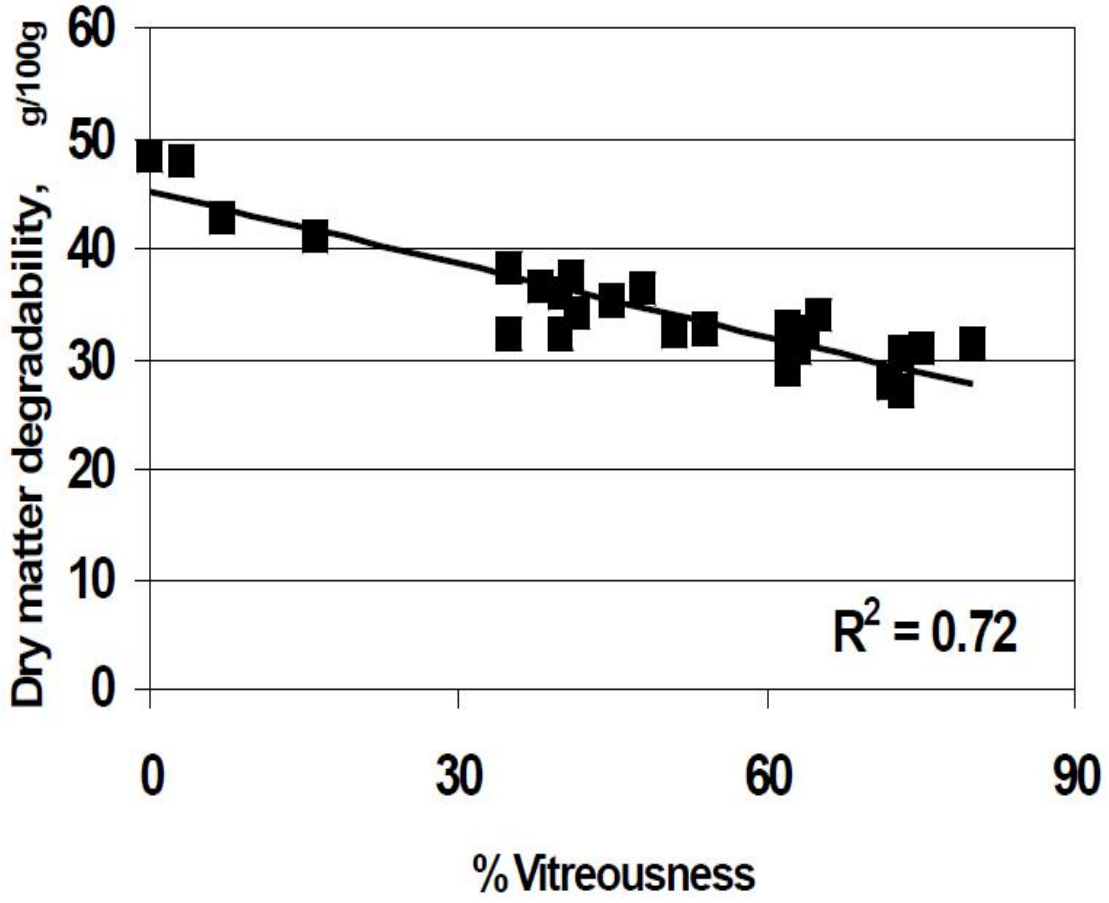


Figure 2. The relationship betwwen kernel vitreousness and in situ DM degradability of corn (Ngonyamo-Majee, et al., 2008).

پرولامین (زئین ذرت) را بیشتر بشناسیم...

- پرولامین ها پروتئین های ذخیره ای در آندوسپرم غلات اند که در هر غله نام خاص خود را دارند.
  - ذرت (زئین)، گندم (گلیادین) و جو (هوردئین)
  - گندم و جو دارای پرولامین کمتری از ذرت اند.
- پرولامین ها با محتوای بالای پرولین و گلوتامین شناخته شده اند.

- پرولین اسیدآمینه ای با توانایی آب گریزی بالاست که چین های پیچیده ای (Complex Foldings) تشکیل می دهد که به شدت هیدروفوب خواهند بود.

- در ذرت 50 تا 60 % از کل پروتئین های دانه را زئین تشکیل می دهند.

هضم نشاسته ذرت در شکمبه را چگونه می توان افزایش داد؟

- **تخریب ماتریکس پروتئینی**
  - ضروری برای اپتی‌مم کردن هضم شکمبه ای و نهایتا کل دستگاه گوارش ذرت

- **ژلاتیناسیون گرانول های نشاسته**
  - تورم برگشت ناپذیر در گرانول های نشاسته

- گرانول های حاوی آمیلوپکتین بالا طی ژلاتیناسیون بیشتر از گرانول های حاوی آمیلوز بالا تورم می کنند.
  - مثال عینی در پختن نخود و لوبیا (غنی از آمیلوز اند که مقاوم در برابر تورم اند)
- **کاهش اندازه ذرات دانه ذرت**
  - افزایش دهنده قابلیت هضم و NEl دانه ذرت

- از طریق افزایش سطح برای اتصال باکتریایی و تجزیه آنزیمی می باشد.

تاثیر اندازه ذرات ذرت غلطک خورده یا آسیاب شده روی قابلیت هضم ملکول های غذایی

Table 6. Effect of corn grain mean particle size

	DRY[2]						
Item	500 to 1,000 µm	1,000 to 1,500 µm	1,500 to 2,000 µm	3,000 to 3,500 µm	3,500 to 4,000 µm	SEM	*P*-value
DM	69.5[a]	69.3[a]	67.8[ab]	66.1[b]	59.2[c]	1.5	0.001
OM	70.9[a]	70.7[a]	69.3[a]	69.0[a]	61.4[b]	1.6	0.001
NDF	46.0	48.2	49.2	48.8	41.5	2.6	0.48
Starch	93.3[a]	93.2[a]	89.8[b]	89.6[b]	77.7[c]	1.4	0.001

[a–c]Means within a column with different superscripts differ ($P \leq 0.05$), according to Saxton (

Ferraretto et al., 2013

- **رابطه قابلیت هضم نشاسته در کل دستگاه گوارش و PS ذرت**
  - افزایش سطح برای هضم باکتریایی و آنزیمی با ذرات نرم
  - افزایش نرخ عبور ذرات زبر و متراکم **Nocek and Tamminga, 1991**

تاثیر اندازه ذرات ذرت غلطک خورده یا آسیاب شده روی عملکرد گاوهای شیری

Table 7. Effect of corn grain mean particle size

	DRY[2]						
Item	500 to 1,000 µm	1,000 to 1,500 µm	1,500 to 2,000 µm	3,000 to 3,500 µm	3,500 to 4,000 µm	SEM	*P*-value
DMI (kg/d)	23.9	23.4	24.0	23.5	23.1	1.1	0.93
Milk (kg/d)	37.2	36.6	36.9	36.3	36.3	1.7	0.60
4% FCM (kg/d)	34.4	33.3	33.2	33.5	34.6	1.5	0.67
Milk fat (%)	3.50	3.49	3.60	3.57	3.77	0.10	0.30
Milk protein (%)	3.06	3.07	3.03	3.05	2.96	0.05	0.36
MUN (mg/dL)	13.9	14.1	14.7	NA[5]	NA	0.8	0.07
kg of milk/kg of DMI	1.55	1.56	1.50	1.53	1.41	0.08	0.32
kg of FCM/kg of DMI	1.44	1.42	1.39	1.42	1.37	0.07	0.86

[1]DRY = dry ground or rolled corn;

- اندازه ذرات ذرت تاثیری بر عملکرد گاوهای شیری نداشت.
- در عمل؟؟؟

فرآوری های فیزیکی گرم

ورقه کردن با بخار (Steam Flaking)

- افزایش در قابلیت هضم شکمبه‌اي و کل دستگاه گوارش نشاسته براي ذرت ورقه شده با بخار از طریق ژلاتینه کردن گرانول‌هاي نشاسته و تخریب ماتریکس پروتئیني.

- روش ورقه کردن با بخار :

- دانه برای 30 تا 60 دقیقه در محفظه بخار استیل عمودی بخار داده می شود(3 تا 9 متر ارتفاع و 1 تا 2 متر قطر)، برای افزایش رطوبت به 18 - 20 % و بعد از بین غلطک های بزرگ گرم عبور داده می شود:
  - هدف رسیدن به Flake Density مناسب : 309-386 gr/l

- آیا برای جو توصیه اش می کنید، چرا ؟؟؟

شکل شماتیکی از دستگاه ورقه کننده با بخار (Steam Flaker)

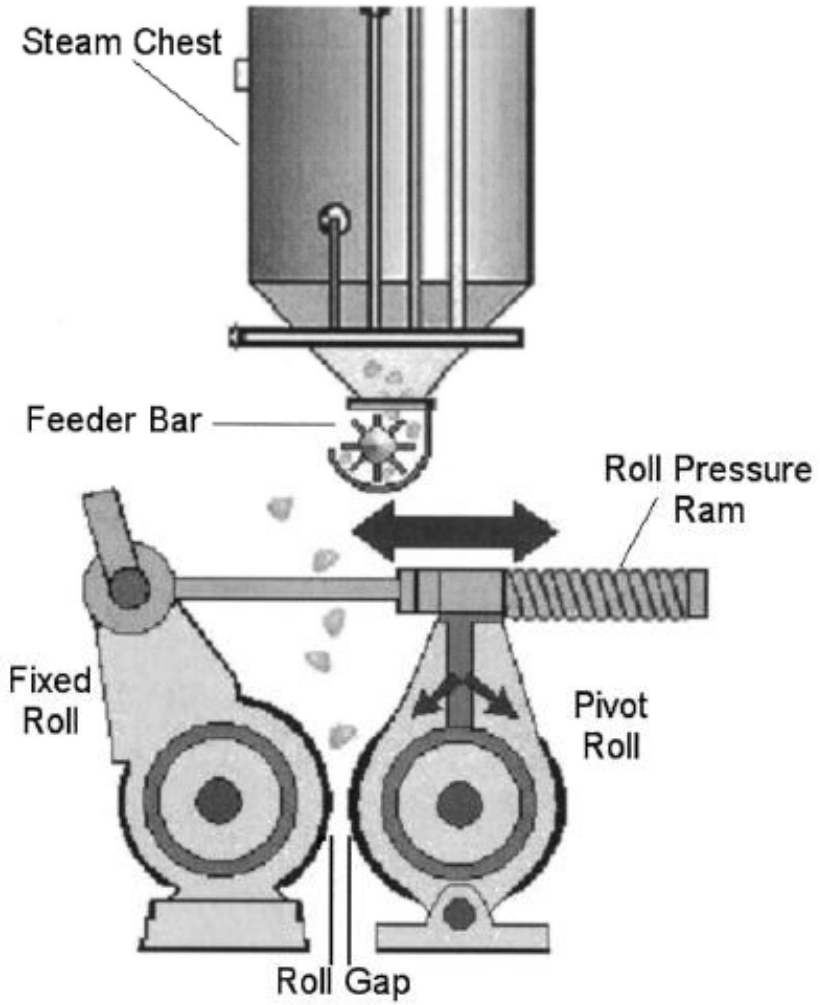
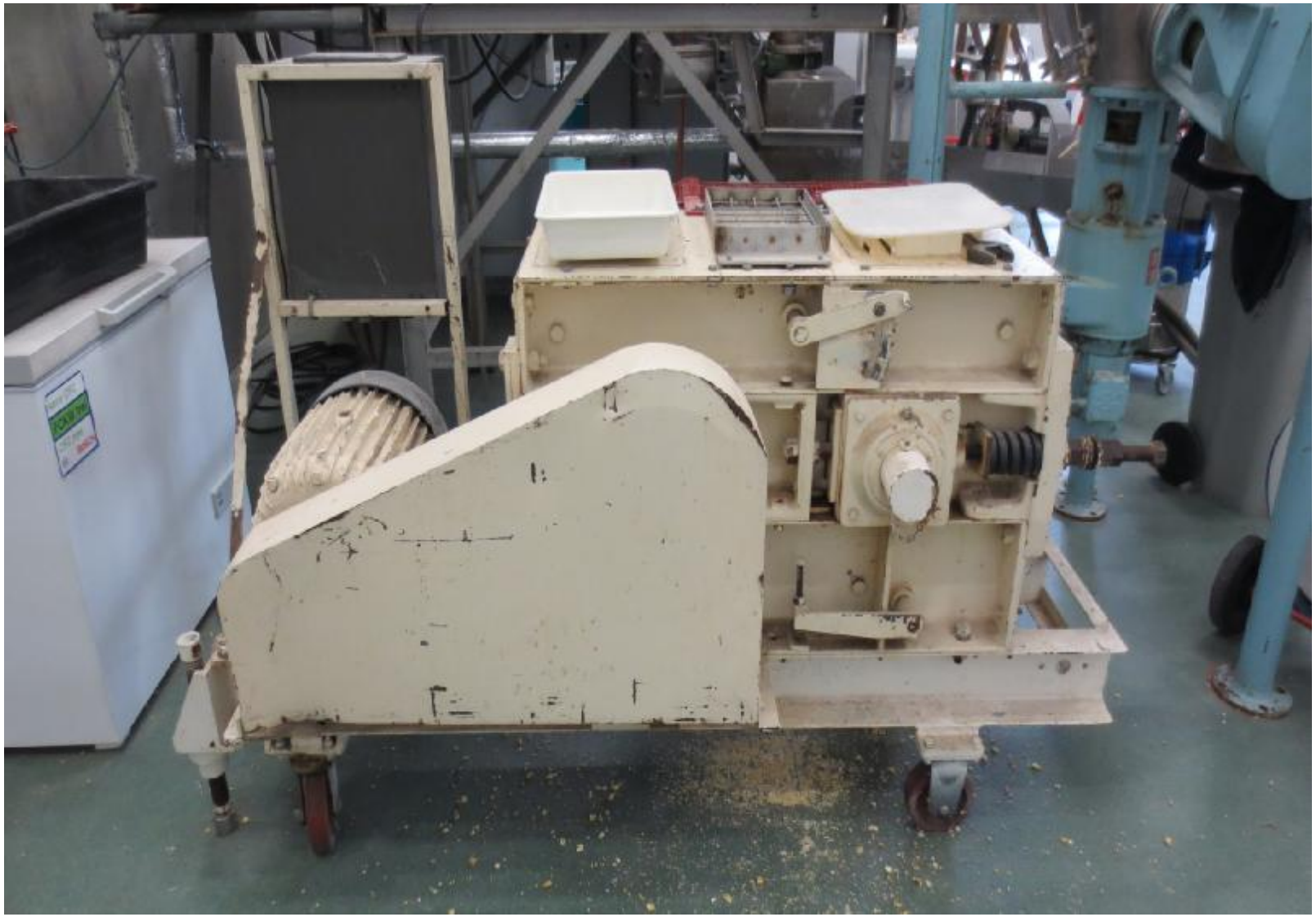


Figure 2. Steam flaker component illustration.

تصویر دستگاه ورقه کننده با بخار (Steam Flaker) در فرم آزمایشگاهی



اثر مثبت SF بر نرخ و تجزیه پذیری موثر شکمبه ای ذرت

Table 1
Effect of the source of concentrate and processing method on *in situ* starch degradability in the rumen from selected concentrate sources. (adapted from Firkins et al., 2001 and Offner et al., 2003).

Feedstuffs	Processing method	Starch content (% of DM)	Degradation [a]		ERD [b]
			a (%)	*c* (%/h)	
Maize grain	Untreated	70.3	23.6	5.9	59.7
	Ground		33.8	5.5	67.9
	Cracked		20.0	5.7	58.4
	Steam-rolled		4.1	2.7	33.8
	Steam-flaked		12.7	21.6	80.3
	Pelleted		38.7	5.9	68.5
	Formol treated		29.6	3.8	56.9
	High moisture		–	–	86.8
Barley grain	Untreated	57.8	51.5	35.0	91.3
	Ground		46.0	38.7	85.9
	Cracked		1.0	6.0	50.3
	Steam-rolled		29.5	10.9	70.6
	Formol treated		39.7	26.4	84.4
Wheat grain	Untreated	67.6	60.4	32.9	93.9
	By-products	–	78.2	23.8	93.7
Leguminous	Soybean meal	32.0	31.3	12.0	76.9
	Ground peas	44.6	49.4	19.2	87.8
By-products	Corn gluten feed	17.1	56.2	11.9	84.9
	Brewers grains	5.4	77.0	17.4	89.5

[a] a = fraction of starch disappearing immediately, c = fractional degradation rate of potentially degradable starch.
[b] ERD = starch effective degradability (%): $ERD = a + b\ c/(c + k_p)$; where b, slowly disappearing starch fraction (%), and k_p, fractional passage rate (4%/h).

فاکتورهای موثر بر کیفیت فلیک تولیدی

- **دمای محفظه بخار**
  - در نابودی بذر علف های هرز اهمیت دارد (حداقل 4 دقیقه دمای 96 درجه)

- **زمان بخار دادن**
  - بخار دادن بیش از 30 دقیقه هضم نشاسته و NE را در چگالی 0.31 kg/l افزایش نداده
  - زمان بخار دادن توسط ظرفیت محفظه بخار و کانون تغذیه کننده (Feeder Bar) تعیین می شود.
  - تغییر در سرعت کانون تغذیه کننده اختلافات چشمگیری در ظاهر فلیک ایجاد می کند.

- **فاصله غلطک ها**
  - فاصله غلطک های 0.8 – 1 mm فلیک ها می کند.

- **فشار و کشش سطحی غلطک ها**
  - 3500 – 6000 kPa تنظیم می شود

ارزیابی کیفی فلیک تولیدی

- **اندازه گیری های فیزیکی**

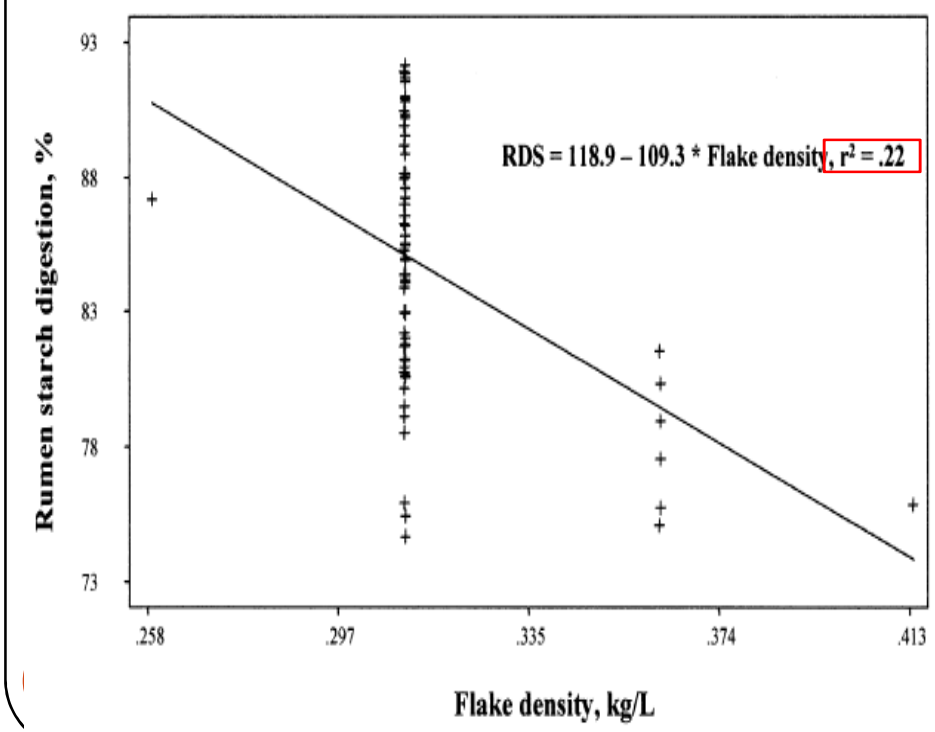
- **ضخامت ورقه** (گرفتن میانگین 10 فلیک که تصادفی گرفته شده اند).
  - یکی از مزایای آن مستقل بودن از زمان، شرایط یا موقعیت (آخور یا محفظه نگهداری)
- **چگالی فلیک**
  - استاندارد کیفی استفاده شده غالب برای ذرت ورقه شده با بخار است.
  - فرآیند ورقه کردن را می توان فورا بر اساس چگالی فلیک تصحیح کرد.
  - اما متاسفانه چگالی فلیک شاخص قابل اعتمادی از هضم پذیری نشاسته در In vivo نیست.

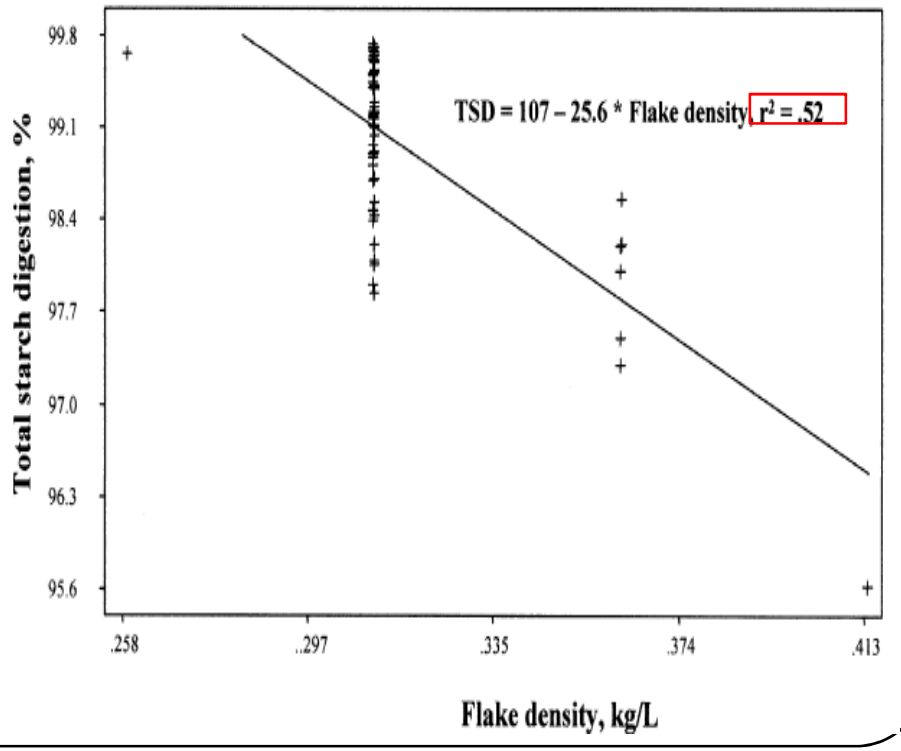
ارزیابی کیفی فلیک تولیدی

v چگالی فلیک

v در بررسی 64 مطالعه چگالی ورقه کردن تنها 22 % از نوسانات در هضم شکمبه ای و 52 % از نوسانات در هضم نشاسته در کل دستگاه گوارش را در بر می گیرد.

ü متاسفانه چگالی فلیک شاخص قابل اعتمادی از هضم پذیری نشاسته در In Vivo نیست.





ارزیابی کیفی فلیک تولیدی

v اندازه گیری های روی دام زنده :

- v درصد نشاسته مدفوع
  - ü به علت همبستگی بالا و رابطه مستقیم بین نشاسته مدفوع و هضم نشاسته و بعلت هضم نشاسته به تنهایی می تواند نوسانات در مقدار NE ذرت را توجیه کند.

- v pH مدفوع
  - ü PH مدفوع و نشاسته مدفوع همبستگی معکوسی با یکدیگر دارند.
  - ü اما در تحقیقات تنها 26 % از نوسانات در نشاسته مدفوع را توجیه کرده است.
  - ü احتمالا دیگر فاکتورها (مثل بافرینگ جیره) بطور عملی PH مدفوع را بیشتر از کیفیت فرآوری ذرت متاثر می کنند.

اثر ورقه کردن با بخار بر NEl ذرت

- SFC حدود 20 % NEl را در مقایسه با SRC افزایش داد.

ü لطفا در بحث NEl ذرت در فرآوری SFC مراقب باشید که با ذرت نرم آسیاب شده مقایسه ای نشده است و آیا این نتایج تعمیم پذیر به شرایط کشور ماست!!!

TABLE 5. Steam-flaking improves NE_L of steam-flaked grains for lactating dairy cows.

Grain Citation	Flake density[1]	Dry-rolled or cracked	Steam-rolled	Steam-flaked	Increase[2] (%)
		NE_L, Mcal/kg DM			
Corn					
NRC (30)		1.84		2.04	11
Chen et al. (10)	SR38, SF28		2.07[3]	2.17[3]	18[4]
Plascencia and Zinn (38)	SF25, SF30			2.44[5]	33

[1]Flake density: SR38 = steam-rolled at density of 489 g/L (38 lb/bu); SF25, SF28, SF30 = steam-flaked at density of 322, 360, and 386 g/L, respectively (25, 28, and 30 lb/bu).

اثر ورقه کردن با بخار بر افزایش NEm و NEg ذرت

- طبق محاسبات Zinn و همکاران (2002) ورقه کردن با بخار دارای میانگین 14 % NEm بیشتر و 19 % NEg بیشتر از ذرت غلطک خشک خورده یا دانه کامل ذرت است.
- این افزایش بیش از مقادیر پیشنهادی NRC 2001 است.

Table 1. Performance and net energy advantage (%) of steam-flaked corn grain over dry-processed corn grain

Item	Corn	ADG, %	DMI, %	ADG/DMI	Steam-flaked corn, Mcal/kg		Improvement over dry-processed corn, %	
					NE_m	NE_g	NE_m	NE_g
Matsushima and Montgomery (1967)	Ground	6.7	−5.0	12.2	2.41	1.70	12.2	17.3
Lee et al. (1982) Trial 1	Whole	−11.0	−12.5	1.7	2.53	1.81	6.4	8.4
Lee et al. (1982) Trial 2	Whole	15.1	2.0	12.8	2.35	1.65	12.4	17.1
Ramirez et al. (1985)	Whole	6.4	−4.3	11.2	2.42	1.71	14.1	18.8
Zinn (1987)	Dry-rolled	1.7	−5.3	7.4	2.47	1.75	11.7	15.9
Barajas and Zinn (1998) Urea	Dry-rolled	7.6	−10.1	19.6	2.42	1.71	20.2	27.2
Barajas and Zinn (1998) Cottonseed	Dry-rolled	10.1	−6.6	17.9	2.56	1.84	19.2	25.9
Ward et al. (2000)	Dry-rolled	7.0	−7.0	15.0	2.54	1.82	15.6	20.0
Trials average		5.4	−6.1	12.2	2.46	1.75	14.0	18.8
NRC (1984) for beef cattle	Grain				2.38	1.67	6.2	7.7
NRC (1996) for beef cattle	Cracked				2.33	1.62	4.0	4.5
NRC (2000) for dairy at 3× maint.	Cracked				2.24	1.55	9.3	11.5

ذرت ورقه شده با بخار و عملکرد گاوهای شیری

v نتایج 6 آزمایش انجام شده روی ذرت :

v هضم کلی نشاسته 9 %، تولید شیر 6 %، FCM 3.5 % Fat حدود 1 لیتر در روز و تولید پروتئین شیر نیز 8 % افزایش یافته است، علت ؟؟؟

- **ü افزایش در قابلیت هضم کل نشاسته با افزایش سهم نشاسته هضم شده در شکمبه و کاهش نشاسته رسیده به روده**
- **ü افزایش در مقدار پروتئین میکروبی رسیده به روده**

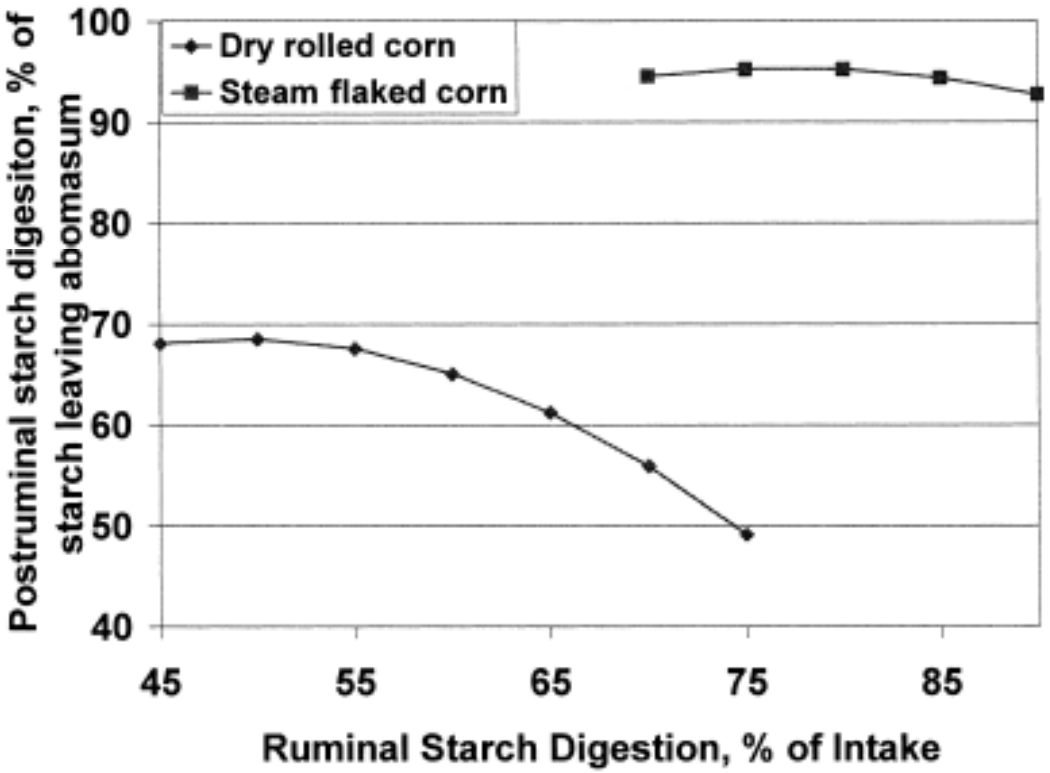
TABLE 1. Steam-flaked (SF) compared to steam-rolled (SR) corn improves total starch digestion and lactation performance by dairy cows.[1]

Item	SR[2]	SF[3]	SEM	$P \leq$[4]
Comparisons	6	6	. . .	. . .
DMI, kg/d	26.5	26.5	0.4	0.93
3.5% FCM, kg/d	33.6	34.6	0.3	0.07
FCM/DMI	1.28	1.31	0.02	0.31
Milk, kg/d	35.8	38.0	0.4	0.02
Protein, %	2.99	3.06	0.02	0.11
Protein, kg/d	1.07	1.16	0.01	0.01
Fat, %	3.11	2.98	0.03	0.02
Fat, kg/d	1.12	1.13	0.01	0.44
Starch digestion, total tract,%	87.4[5]	95.7[5]	2.0	0.05

Theurer. et. al.1997

اثر هضم شکمبه ای نشاسته بر هضم بعد از شکمبه ای نشاسته

- ارتباط معکوسی بین هضم شکمبه ای و بعد از شکمبه ای نشاسته وجود دارد.
  - احتمالا با افزایش سرعت تخمیر نشاسته در شکمبه، بقایای هضم پذیر کمتری برای روده کوچک باقی خواهد ماند.



Zinn et al. 2002

اثر ورقه کردن با بخار ذرت بر تخمیر شکمبه ای

- در 4 ساعت اول بعد از تغذیه، PH شکمبه در گاوهای مصرف کننده SFC از DRC کمتر بوده است.

- فرآوری بیشتر از چگالی (0.31 kg/l) سبب کاهش در DMI، نوسان و واریانس در ADG دام ها می شود.

- ورقه کردن با بخار نسبت استات به پروپیونات را کاهش داده و در نتیجه اتلافات متان را می کاهد که اثرات ورقه کردن با بخار روی NE برجسته تر خواهد بود.

اثر ورقه کردن با بخار بر متابولیسم ازت شکمبه ای

- ورقه کردن با بخار تغییر دهنده تقسیم بندی ملکول های غذایی برای gut، کبد و بافت پستانی در جهت افزایش عملکرد شیردهی است.

- ورقه کردن با بخار افزایش در چرخش خالص اوره خون به gut و رسیدن اسیدآمینه ها به پستان است.

- جذب خالص پروپیونات در کبد افزایش
  - بنابراین کارایی متابولیسم ازت در شکمبه با افزایش سنتز پروتئین میکروبی و کاهش تولید اوره افزایش خواهد یافت

تقابل بین فرآوری نشاسته و پروتئین عبوری بر هضم بعد از شکمبه ای یکدیگر

اثر SFC بر هضم بعد از شکمبه ای پروتئین

- همزمان با افزایش هضم نشاسته بعد از شکمبه ای با ورقه کردن با بخار همچنین هضم بعد از شکمبه ای پروتئین نیز افزایش می یابد (اثر فرآوری بر پروتئین زئین).

- Zinn و همکاران (1995) معتقدند که عامل اصلی محدودیت هضم نشاسته در شکمبه شکل فیزیکوشیمیایی ذرات حاوی نشاسته است تا فراوانی و فعالیت آنزیمی .

پروتئین فراهمی در روده و هضم بعد از شکمبه ای نشاسته

- Magee (1961) این فرضیه را مطرح کرد که افزایش فراهمی پروتئین روده ای احتمالا سبب افزایش استفاده از نشاسته از طریق افزایش ترشحات آنزیمی می شود.
  - با تزریق کازئین به دئودنوم مقدار و فعالیت آمیلاز پانکراس افزایش می یابد.

کلام آخر

- هدف از مديريت‌هاي تغذيه‌اي نشخوارکنندگان پيش‌بيني بهتر عملکرد دام بر اساس ترکيب شيميايي و روش فرآوري اجزاي خوراك است.

- مقدار و روش فرآوري جو اثرات متفاوتي روي عملکرد دام بسته به خصوصيات فيزيکي و شيميايي دانه قبل از فرآوري دارد.

- ورقه کردن ذرت افزایش دهنده مقدار هضم نشاسته در شکمبه و روده کوچک است، این مساله می تواند توجیه خوبی برای افزایش NE ذرت باشد.

- بطور کلی فرآوری غلات در کشور ما در حال حاضر به فرم مناسبی صورت نمی پذیرد، که هم به لحاظ اقتصاد دامپروری و هم زمینه های تحقیقاتی جای بسیاری برای کار کردن دارد.