



玉米的最大化利用

Maximizing Corn Grain Utilization by dairy cows

詹世琛, Ph.D, PAS
美国达农威公司
Diamond V Mills

2015. 06. 24 泰安



NORTH AMERICA

LATIN AMERICA

EUROPE

IMEA

CHINA

ASIA

DAIRY

BEEF

POULTRY

SWINE

EQUINE

AQUA

PET

SPECIALTY

反刍动物淀粉消化位置及终产物

Starch Digestion in Ruminants

Rumen

瘤胃

微生物发酵

- 挥发性脂肪酸
 - 丙酸
 - 肝脏合成葡萄糖
- 尿素

Microbial Fermentation

- VFA
 - Propionate
 - Glucose via liver
- Microbial Protein

Small Intestine

小肠

Digestion (Enzymatic)

- Glucose

消化（酶解）

- 葡萄糖

Hind Gut

后肠道

Microbial Fermentation

- VFA

微生物发酵

- 挥发性脂肪酸

Table 7. Estimated rumen fermentation characteristics.

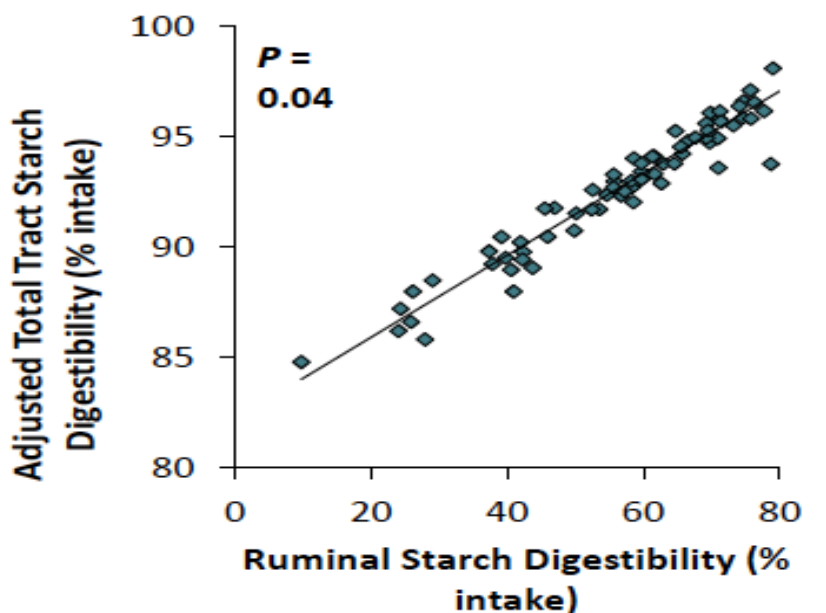
预估瘤胃发酵特性

SUBSTRATE	DIET ^a	PROPORTION OF CARBOHYDRATE CONVERTED TO ^b		
		ACETATE 乙酸	PROPIONATE 丙酸	BUTYRATE 丁酸
Soluble carbohydrate ^c 可溶性纤维	F 粗饲料型	0.69	0.20	0.10
	C 精饲料型	0.45	0.21	0.30
Starch 淀粉	F	0.59	0.14	0.20
	C	0.40	0.30	0.20
Hemicellulose 半纤维素	F	0.57	0.18	0.21
	C	0.56	0.26	0.11
Cellulose 纤维素	F	0.66	0.09	0.23
	C	0.79	0.06	0.06

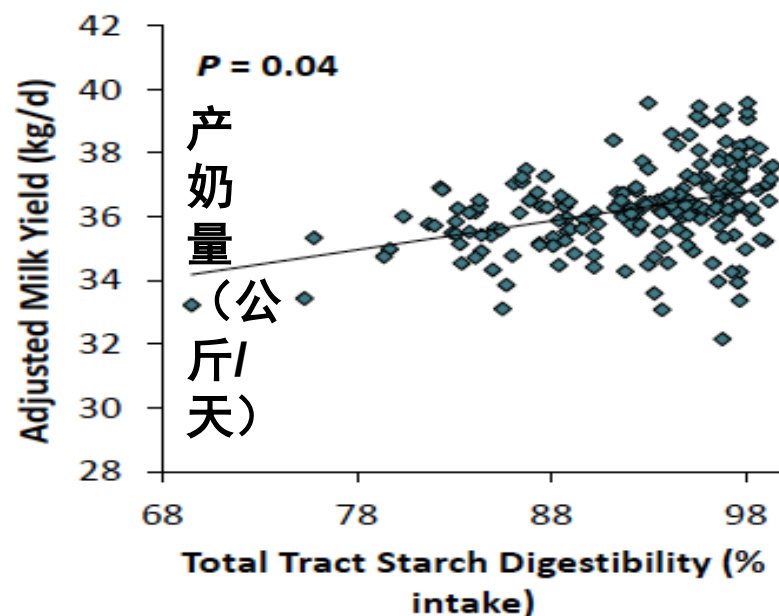
Source: Murphy, M. R., R. L. Baldwin, and L. J. Koong. 1982. Estimation of stoichiometric parameters for rumen fermentation of roughage and concentrate diets. J. Animal Sci. 55:411-421.

瘤胃淀粉消化率对全肠道淀粉消化率的影响及淀粉消化率对产奶量的影响

全肠道淀粉消化率(占采食%)



瘤胃淀粉消化率（占采食%）



全肠道淀粉消化率（占采食%）

Ferraretto et al., 2013 JDS 96:533

不同谷物的淀粉消化率（荟萃分析）

项目	大麦	玉米	小麦	SEM 机差	P值
瘤胃消化率 ¹ （%采食量）	(30)	(82)	(6)		
NDF 中洗纤维	39.4	39.3	44.8	6.0	0.89
Starch 淀粉	70.6 ^a	54.1 ^b	78.9 ^a	5.3	0.001
全肠道消化率 ² （%采食量）	(62)	(335)	(11)		
DM 干物质	64.6	66.6	63.2	1.3	0.07
OM 有机物质	66.9	68.4	65.4	1.2	0.15
NDF 中洗纤维	47.2	45.6	40.4	2.8	0.29
Starch 淀粉	92.8	92.6	93.9	1.5	0.80

资料来源：Ferraretto等人，2013. JDS 96: 533-550.
括弧数字为注¹及²样本数

不同谷物对产奶性能的影响（荟萃分析）

项目	大麦	玉米	小麦	SEM 机差	P值
试验数	37	320	5	—	—
干物质采食量（公斤/天）	21.3 ^b	23.4 ^a	19.8 ^b	0.6	0.001
产奶量（公斤/天）	33.0 ^b	35.5 ^a	30.7 ^b	0.9	0.01
4%乳脂校正乳	30.2 ^b	32.9 ^a	27.3 ^b	1.0	0.01
乳脂率，%	3.45	3.56	3.54	0.11	0.40
乳蛋白率，%	3.14	3.12	3.15	0.05	0.78
牛奶尿素氮（mg/dL）	13.6	13.8	NA	0.5	0.82
公斤奶量/公斤干物质采食量	1.52	1.50	1.47	0.04	0.78
乳脂校正乳量/公斤干物质采食量	1.39	1.39	1.33	0.04	0.69



影响玉米淀粉消化率的主要因素

Primary Factors Influencing Starch Digestibility in Corn Grain

加工处理

Processing
i.e. Particle size;
Steam Treatment
颗粒度, 蒸汽处理等



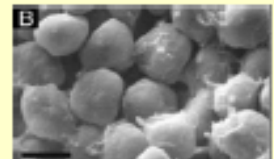
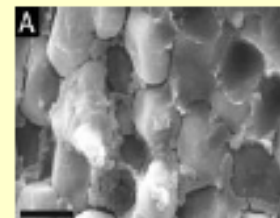
收获/贮藏

Harvest/Storage
i.e. Dry vs. HMC
DM of HM/Maturity;
Fermentation Time
干燥或湿贮; 湿贮玉米/成熟度;
发酵时间



胚乳形态

Endosperm Type
i.e. Prolamin;
Prolamin-starch
matrix; Hardness
醇溶蛋白; 醇溶蛋白-淀粉键结
硬度



资料来源: Randy Shaver, 2014. Update on Starch Utilization by Dairy Cows

Adapted from Pat Hoffman, UW Madison Dairy Sci. Dept.

其它影响玉米淀粉消化率的因素

- ◆ 瘤胃健康程度（草垫层形成优劣（包括棉籽添加量，粗饲料颗粒度等），苏打，氧化镁添加量，维持瘤胃健康添加剂，TMR制作，玉米添加量，精粗料比例等）
- ◆ 饲料利用效率等



影响饲料利用效率的因素

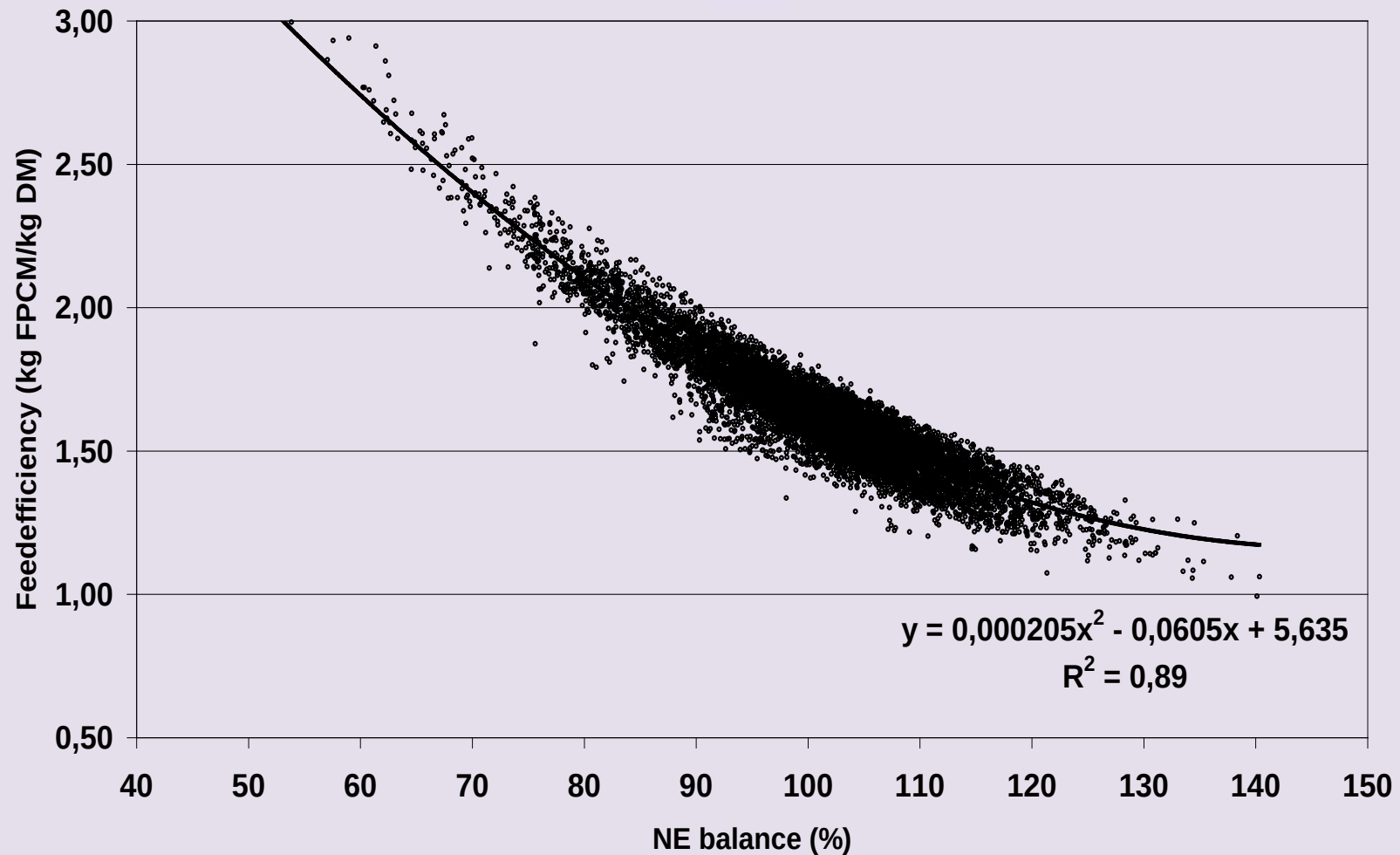
- 产奶量
- 采食量
- 饲料消化率
- 产奶天数
- 粗饲料品质
- 粗饲料量
- 牛只年龄
- 蛋白水平
- 体重变化
- 高乳脂率
- 瘤胃过酸
- 环境应激
- 运动/放牧
- 怀孕
- 注射牛生长激素rBST
(中国不能使用)
- 饲料添加剂
- 体细胞数



FE and nutrition 料效率和营养



NE balance 净能平衡



资料来源: Dr. Wilfried M. van Straalen, 2014.04 大成永康奶牛饲养管理研讨会

理想的饲料利用效率

牛群	饲料利用效率
一群（产奶天数150~225天）	1.4~1.5
头胎牛（产奶天数<90天）	1.5~1.6
头胎牛（产奶天数>200天）	1.2~1.3
经产牛（产奶天数<90天）	1.6~1.8
经产牛（产奶天数>200天）	1.3~1.4
新产牛（产奶天数<21天）	1.1~1.2
问题牛（产奶天数150~225天）	<1.3

资料来源：哈金斯博士



有关以玉米为基础日粮的荟萃分析资料

项目	平均值	SD标准偏差	最低	最高
干物质采食量（公斤/天）	23.6	2.5	12.5	30.1
CP（日粮 DM%）	17.0	1.7	12.9	21.7
NDF（日粮 DM%）	31.2	4.8	18.7	48.2
fNDF（日粮 DM%）	19.8	3.5	12.6	34.1
Starch（日粮 DM%）淀粉	27.0	6.1	5.2	43.7
粗饲料（日粮 DM%）	47.7	8.1	19.7	72.7
干玉米平均颗粒度（ μm ）	1,681	1,085	540	4,000
湿贮玉米平均颗粒度（ μm ）	2,607	1,249	1,020	4,430

资料来源：Ferraretto等人，2013. JDS 96: 533-550.



不同处理玉米的淀粉消化率（荟萃分析）

项目	DRY	ENS	STM	SEM 机差	P值
瘤胃消化率 ¹ （%采食量）	(65)	(6)	(10)		
NDF 中洗纤维	37.6	35.7	51.3	4.5	0.17
Starch 淀粉	53.5	64.1	58.5	6.4	0.12
全肠道消化率 ² （%采食量）	(274)	(25)	(36)		
DM 干物质	66.2	67.7	65.8	0.8	0.11
OM 有机物质	68.0	69.4	67.6	0.8	0.11
NDF 中洗纤维	45.8	42.2	44.6	1.4	0.02
Starch 淀粉	92.0 ^b	94.2 ^a	93.9 ^a	0.8	0.001

注：DRY 干粉碎或干压玉米；ENS 湿贮玉米（ear or shell）；
STM 蒸汽压片或蒸汽滚压玉米

括弧数字为注¹及²样本数



不同处理玉米对产乳性能的影响（荟萃分析）

项目	DRY	ENS	STM	SEM 机差	P值
试验数	260	25	35	—	—
干物质采食量（公斤/天）	23.6 ^a	22.4 ^b	23.4 ^{ab}	0.4	0.01
产奶量（公斤/天）	35.7	35.7	36.2	0.6	0.75
4%乳脂校正乳	33.4 ^a	32.1 ^b	32.7 ^{ab}	0.5	0.05
乳脂率，%	3.59 ^a	3.41 ^b	3.48 ^{ab}	0.06	0.01
乳蛋白率，%	3.10	3.10	3.16	0.03	0.07
牛奶尿素氮（mg/dL）	13.9	NA	13.2	0.5	0.11
公斤奶量/公斤干物质采食量	1.50 ^a	1.58 ^a	1.52 ^{ab}	0.03	0.001
乳脂校正乳量/公斤干物质采食量	1.40	1.42	1.38	0.04	0.32

注：DRY 干粉碎或干压玉米；ENS 湿贮玉米（ear or shell）；STM 蒸汽压片或蒸汽滚压玉米

资料来源：Ferraretto等人，2013. JDS 96: 533-550.



Diamond V



干玉米颗粒度对全肠道营养成分消化率的影响

项目	500 ~ 1,000 μm	1,000 ~ 1,500 μm	1,500 ~ 2,000 μm	3,000 ~ 3,500 μm	3,500 ~ 4,000 μm	SEM 机差	P值
试验数	19	20	10	7	7	—	—
DM 干物质	69.5 ^a	69.3 ^a	67.8 ^{ab}	66.1 ^b	59.2 ^c	1.5	0.001
OM 有机物质	70.9 ^a	70.7 ^a	69.3 ^a	69.0 ^a	61.4 ^b	1.6	0.001
NDF 中洗纤维	46.0	48.2	49.2	48.8	41.5	2.6	0.48
Starch 淀粉	93.3 ^a	93.2 ^a	89.8 ^b	89.6 ^b	77.7 ^c	1.4	0.001

资料来源：Ferraretto等人，2013. JDS 96: 533-550.

干玉米颗粒度对产乳性能的影响

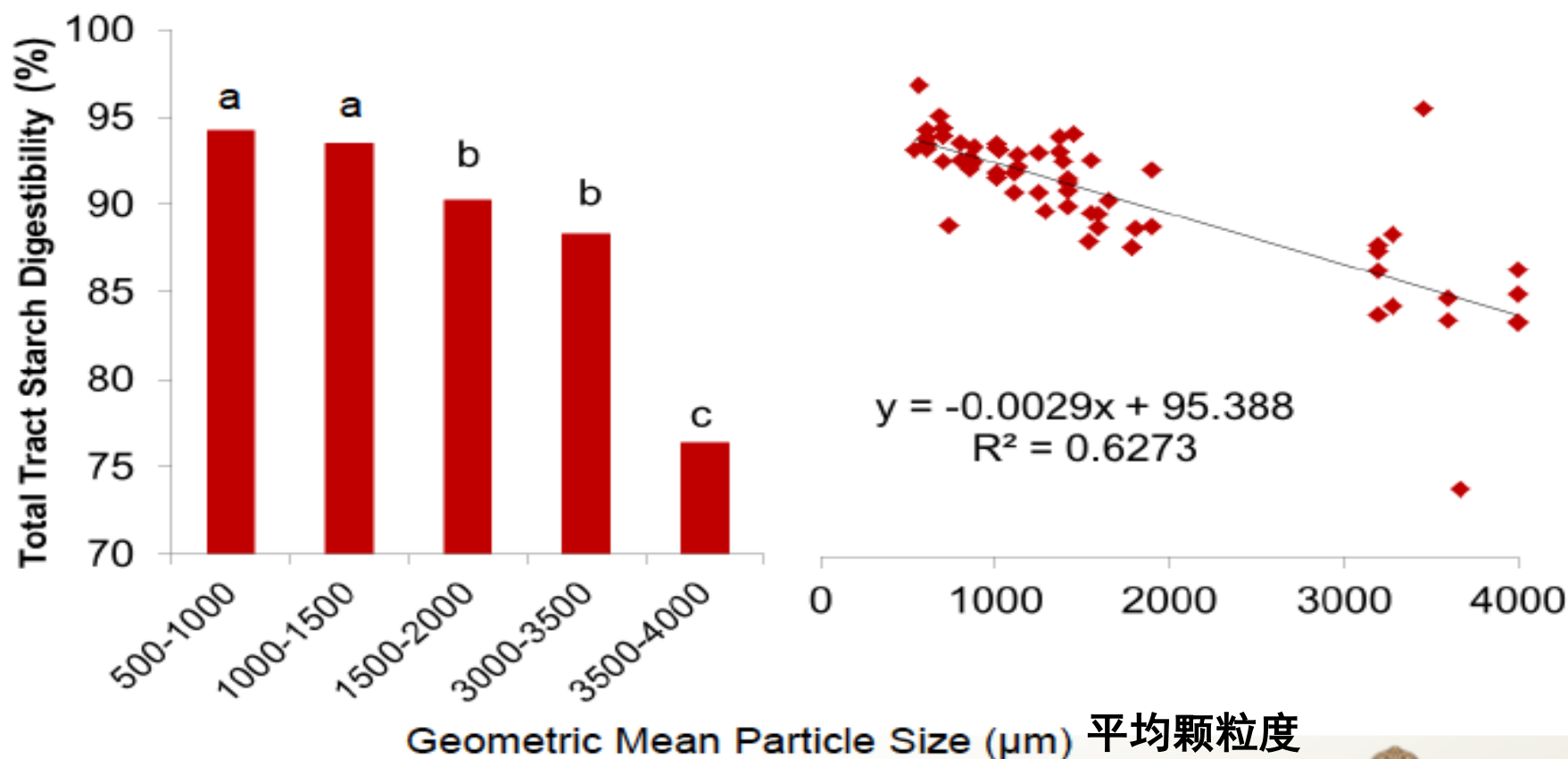
项目	500 ~ 1,000 μm	1,000 ~ 1,500 μm	1,500 ~ 2,000 μm	3,000 ~ 3,500 μm	3,500 ~ 4,000 μm	SEM 机差	P值
试验数	19	20	10	7	7	—	—
干物质采食量（公斤/天）	23.9	23.4	24.0	23.5	23.1	1.1	0.93
产奶量（公斤/天）	37.2	36.6	36.9	36.3	36.3	1.7	0.60
4%乳脂校正乳	34.4	33.3	33.2	33.5	34.6	1.5	0.67
乳脂率， %	3.50	3.49	3.60	3.57	3.77	0.10	0.30
乳蛋白率， %	3.06	3.07	3.03	3.05	2.96	0.05	0.36
牛奶尿素氮（mg/dL）	13.9	14.1	14.7	NA	NA	0.8	0.07
公斤奶量/公斤干物质采食量	1.55	1.56	1.50	1.53	1.41	0.08	0.32
乳脂校正乳量/公斤干物质采食量	1.44	1.42	1.39	1.42	1.37	0.07	0.86

资料来源： Ferraretto等人， 2013. JDS 96: 533-550.



玉米颗粒度对全肠道淀粉消化率的影响

Corn Grain MPS - DRY



Geometric Mean Particle Size (μm) 平均颗粒度

Ferraretto et al., 2013, JDS



DAIRY

湿贮玉米颗粒度对全肠道营养成分消化率的影响

项目	<2,000 μm	>2,000 μm	SEM 机差	P值
试验数	9	8	—	—
DM 干物质	71.9	69.4	1.5	0.04
OM 有机物质	73.1	70.9	1.4	0.06
NDF 中洗纤维	44.4	44.0	1.9	0.74
Starch 淀粉	95.2	89.5	1.3	0.001

资料来源：Ferraretto等人，2013. JDS 96: 533-550.



湿贮玉米颗粒度对产乳性能的影响

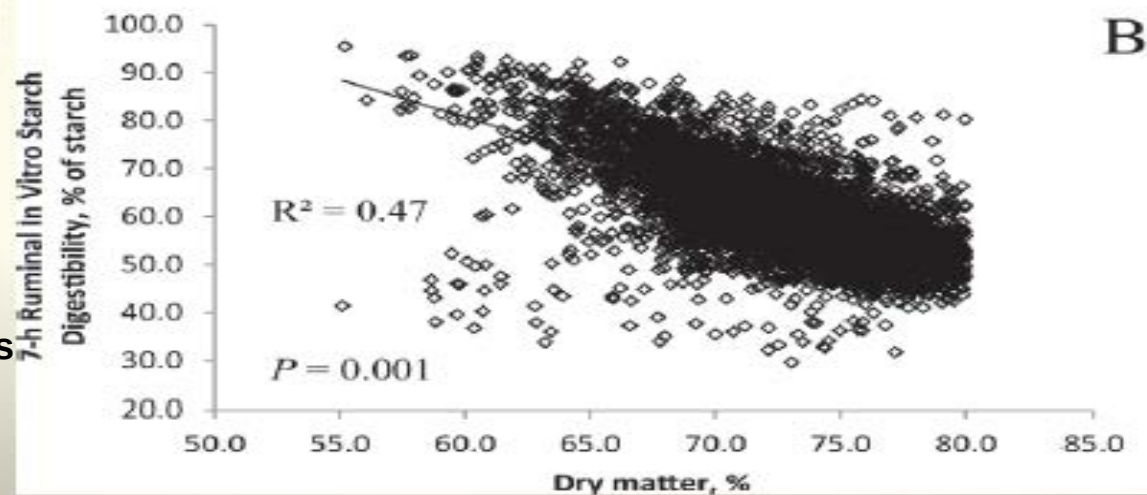
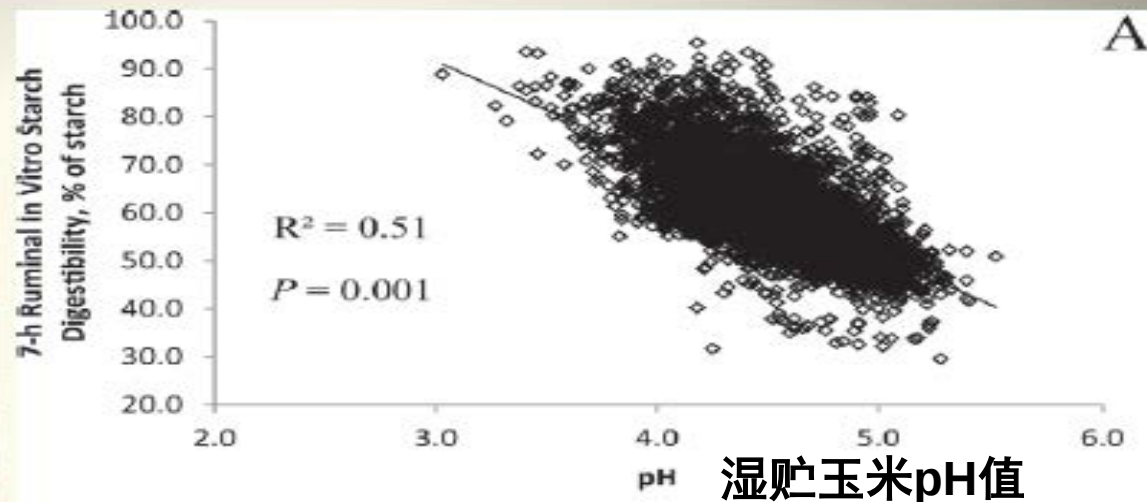
项目	<2,000 μm	>2,000 μm	SEM 机差	P值
试验数	9	8	—	—
干物质采食量（公斤/天）	21.8	21.8	0.9	0.95
产奶量（公斤/天）	36.3	35.9	1.6	0.75
4%乳脂校正乳	32.2	32.7	0.9	0.70
乳脂率，%	3.25	3.38	0.15	0.36
乳蛋白率，%	3.14	3.14	0.11	0.99
牛奶尿素氮（mg/dL）	NA	NA	NA	NA
公斤奶量/公斤干物质采食量	1.67	1.65	0.10	0.62
乳脂校正乳量/公斤干物质采食量	1.48	1.50	0.04	0.60

资料来源：Ferraretto等人，2013. JDS 96: 533-550.



湿贮玉米的干物质%及pH影响瘤胃淀粉消化率

HMC DM% & pH Related to Starch Digestibility

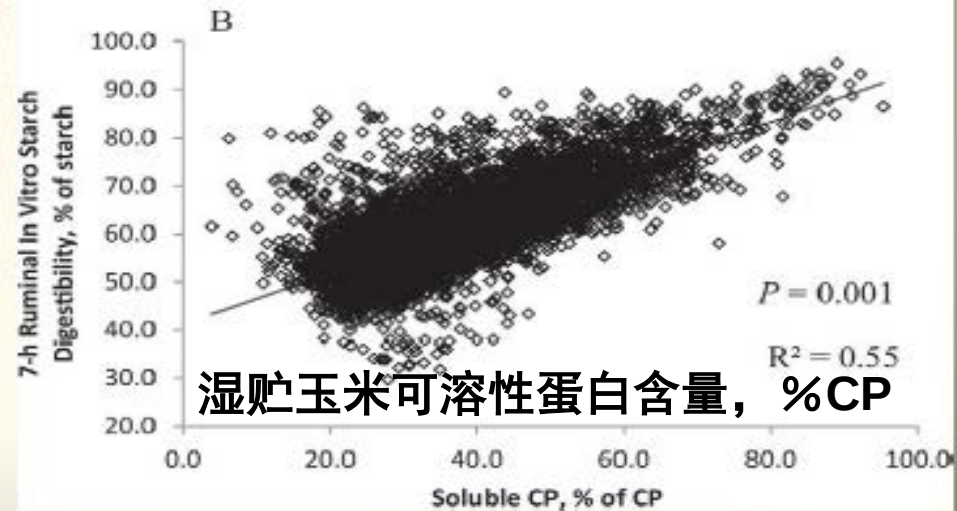
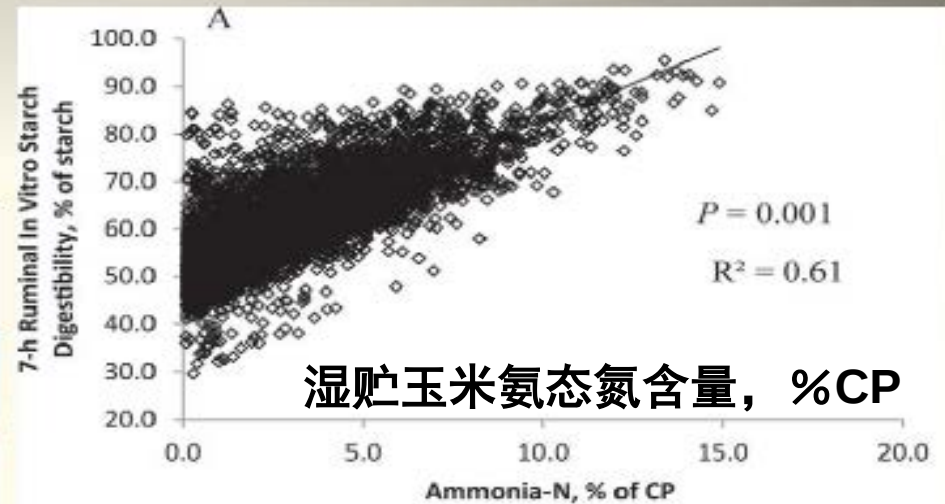


资料来源: Randy Shaver, 2014.
Update on Starch Utilization by Dairy Cows

Ferraretto et al., 2014, JDS

湿贮玉米发酵作用提高瘤胃淀粉消化率

HMC Silo Fermentation Increases Starch Digestibility



建议湿贮饲料分析值

项目	豆科牧草/禾草	玉米青贮	湿贮玉米
干物质 (DM) %	35~50	30~35	70~75
pH	4.3~4.7	3.8~4.2	4.0~4.5
乳酸 %	4.0~6.0	5.0~10.0	1.0~2.0
乙酸 %	0.5~2.5	1.0~3.0	<0.5
丙酸 %	<0.25	<0.10	<0.10
丁酸 %	<0.25	<0.10	<0.10
乙醇 (%DM)	<1.0	<3.0	<2.0
氨 (%CP)	<12.0	<8.0	<10.0
乳酸/乙酸比	>2.5	>3.0	>3.0
挥发性脂肪酸/总酸	>70	>70	>70

资料来源: 古总酸斯博士

玉米经蒸汽处理对全肠道营养成分消化率的影响

项目	蒸汽压片	蒸汽滚压	SEM 机差	P值
试验数	11	13	—	—
DM 干物质	67.4	65.6	3.5	0.73
OM 有机物质	70.8	68.9	3.3	0.69
NDF 中洗纤维	46.6	49.7	5.3	0.70
Starch 淀粉	94.6	91.9	2.9	0.51

资料来源：Ferraretto等人，2013. JDS 96: 533-550.



玉米经蒸汽处理对产乳性能的影响

项目	蒸汽压片	蒸汽滚压	SEM机差	P值
试验数	11	13	—	—
干物质采食量（公斤/天）	23.1	23.2	0.9	0.98
产奶量（公斤/天）	35.0	34.0	2.0	0.74
4%乳脂校正乳	31.3	32.2	2.0	0.76
乳脂率，%	3.30	3.70	0.15	0.08
乳蛋白率，%	3.09	3.21	0.06	0.20
牛奶尿素氮（mg/dL）	12.8	13.1	0.9	0.81
公斤奶量/公斤干物质采食量	1.52	1.36	0.08	0.20
乳脂校正乳量/公斤干物质采食量	1.36	1.30	0.09	0.64

资料来源：Ferraretto等人，2013. JDS 96: 533-550.



奶牛喂饲不同方式处理的玉米对其产乳性能的影响

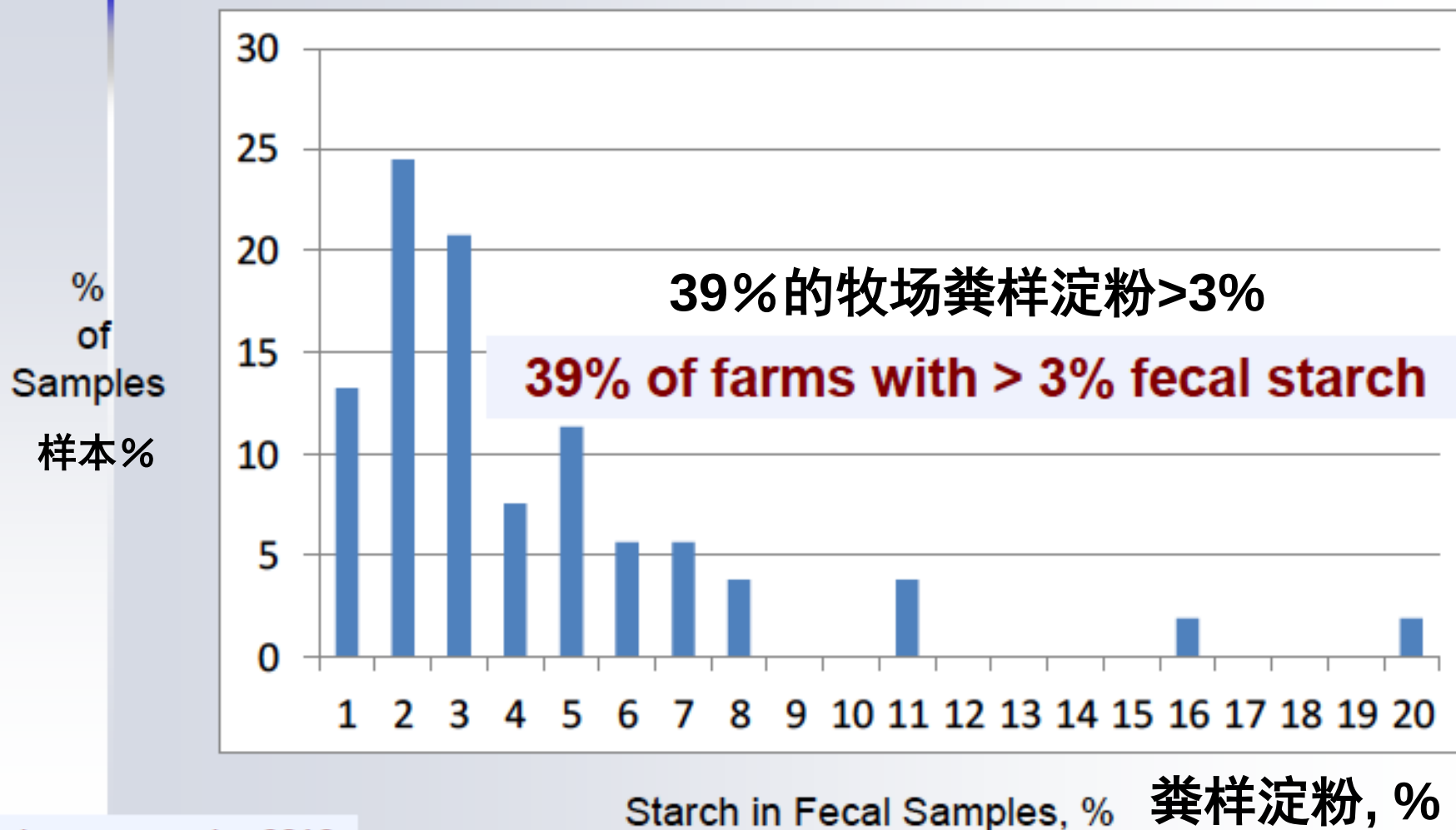
项目	玉米处理				
	细磨玉米粉	粗磨玉米粉	低密度 蒸气压片 玉米	中密度 蒸气压片 玉米	蒸气滚压 玉米
干物质采食量, kg/天	23.1	27.5	27.8	27.0	26.7
产奶量, kg/天	35.5	34.7	34.8	37.1	34.3
乳脂产量, kg/天	1.02	1.05	0.96	1.09	1.07
乳蛋白产量, kg/天	1.05	1.03	1.04	1.09	1.03
乳脂率, %	2.94	3.06	2.78	2.96	3.12
乳蛋白率, %	2.97	2.99	3.00	2.95	3.03

注：中密度压片玉米系指容重为每升360克，建议理想压片玉米容重360~400克；
乳脂率的负面影响可以透过添加酵母培养物及瘤胃缓冲剂来缓解



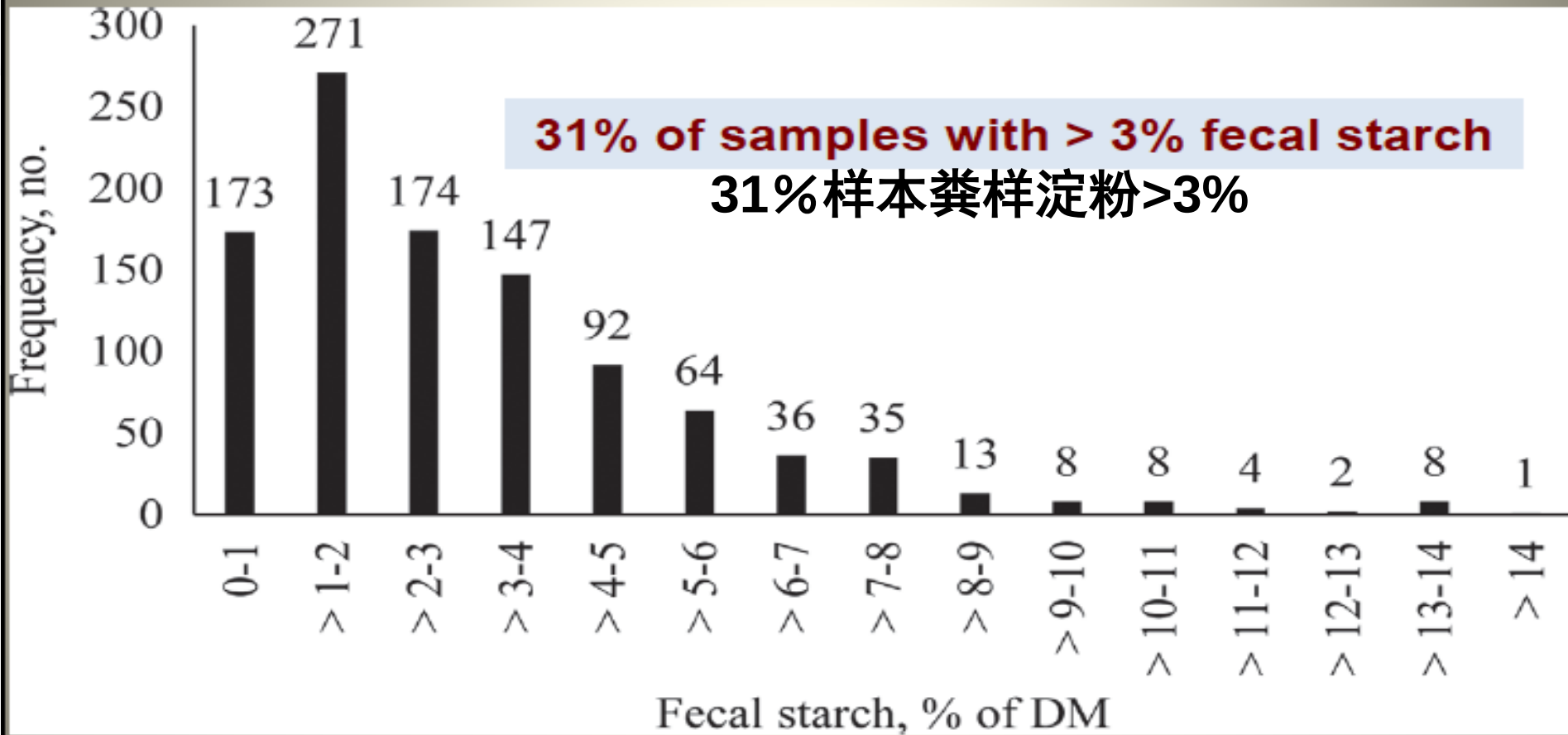
Field Trial Fecal Starch Results

牧场粪样淀粉含量研究



威斯康星大学研究粪样淀粉结果

UW Research Trial Results

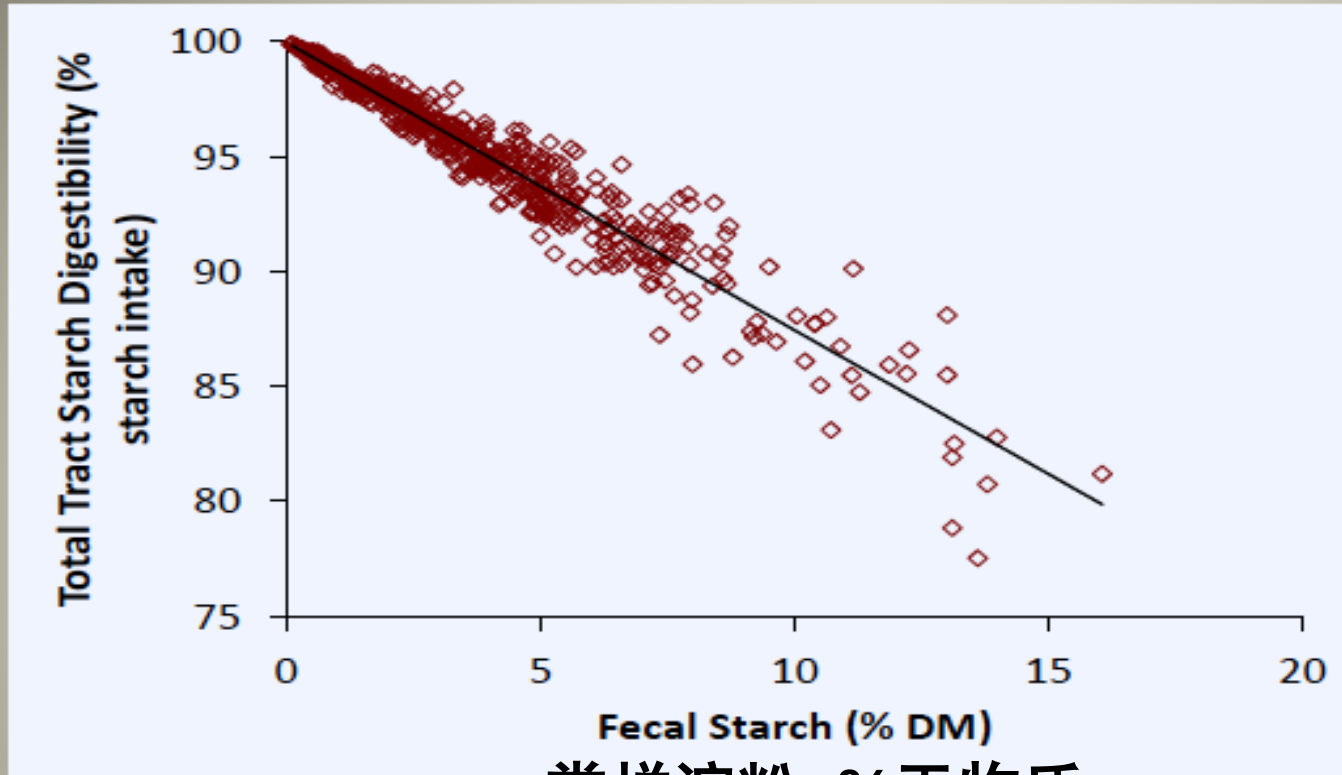


粪样淀粉, %干物质

Fredin et al., 2014, JDS

资料来源: Randy Shaver, 2014. Update on Starch Utilization by Dairy Cows

粪样淀粉与全肠道淀粉消化率的关系



$P < 0.001$

$R^2 = 0.94$

564 samples

粪样淀粉, %干物质

$$\text{TTSD \%} = 100.0\% - (1.25 \times \text{fecal starch \%})$$

资料来源: Randy Shaver, 2014. Update on Starch Utilization by Dairy Cows

Fredin et al., 2014, JDS

淀粉消化率提高对产奶量的影响

- ◆ 粪便淀粉含量应低于4.5%，显示全肠道淀粉消化率超过90%
- ◆ 若粪便淀粉能降低1%，奶量可提高0.3升

资料来源：哈金斯博士，2011. 达农威宁夏国际奶牛研讨会



如何评估玉米淀粉利用率

- ◆ 美国威斯康星大学 FeedGrain V2.0 Excel 计算表
- ◆ <http://www.uwex.edu/ces/dairynutrition/>



玉米淀粉利用率应测定项目

项目	缩写	单位	测定方法	其它
Dry Matter 干物值	DM	% As Fed	湿化学	
Mean Particle Size平均颗粒度	MPS	microns	ASAE 2008	
Starch 淀粉		%DM	近红外光或湿化学	
Crude Protein 粗蛋白	CP	%DM	近红外光或湿化学	
NH ₃ -N 氨态氮		%CP ¹	近红外光或湿化学	
Prolamin Protein 醇溶蛋白		%DM	Larson & Hoffman, 2008	未发酵玉米
Neutral Detergent Fiber 中洗纤维	aNDF	%DM	近红外光或湿化学	
Ash 灰分		%DM	近红外光或湿化学	
Fat 脂肪 注 ¹ : 或占总氮%		%DM	近红外光或湿化学	

玉米¹淀粉利用率测定项目的输入值

项目	缩写	单位	低	中	高
Dry Matter 干物值	DM	% As Fed	<65	75	>85
Mean Particle Size平均颗粒度	MPS	microns	<750	1500	>2200
Starch 淀粉		%DM	<65	69	>73
Crude Protein 粗蛋白	CP	%DM	<8.0	9.0	>10.0
NH ₃ -N 氨态氮		%CP ²	0	3.0	>6
Prolamin Protein 醇溶蛋白		%DM	<3.4	3.9	>4.4
Neutral Detergent Fiber 中洗纤维	aNDF	%DM	<7.0	9.0	>11
Ash 灰分		%DM	<1.3	1.7	>2.1
Fat 脂肪		%DM	<3.5	4	>4.5

注¹: 干玉米或湿贮玉米

注²: 或占总氮%

玉米颗粒度参考值

饲料玉米	MPS, microns 平均颗粒度
干玉米细粉碎	<750
干玉米中度粉碎	750-1,000
干玉米粗粉碎	>1,000
干玉米干压	>1,500
整粒干玉米	>4,000
湿贮玉米细粉碎	<1,000
湿贮玉米粗粉碎	1,000-2,500
湿贮玉米滚压	1,000-2,500
湿贮玉米粗滚压	>2,500
整个湿贮玉米	>4,000
Snaplage（湿贮棒米外皮，玉米芯及玉米粒）	750-2000



颗粒玉米的能值

Shelled Corn Energy Values

(Dairy NRC 1989)

兆卡/每磅干物质

(公斤) Mcal/lb DM (kg)

破碎	Cracked (2200 micron 微米)	0.84 (1.85)
粉碎	Ground (1500 micron 微米)	0.89 (1.96)
高水分	High moisture (>26%)	0.93 (2.05)
蒸汽压片	Steam flaked (26/28 lb/bu 磅/英斗)	0.93 (2.05)
高赖氨酸	High lysine (floury 粉性)	0.94 (2.07)
细粉碎	Finely ground (1100 micron 微米)	0.96 (2.11)



玉米颗粒分级筛

Grain Particle Screens



4号筛 Number 4 > 4500

整粒/粗 Whole/coarse

8号筛 Number 8 > 2200

破碎玉米 Cracked corn

16号筛 Number 16 > 1100

粉碎玉米 Ground corn

30号筛 Number 30 > 500

猪用饲料 Pig feed

底盘 Pan < 500

粉 Powder

颗粒大小指南

Particle Size Guidelines

筛 Screen Size	#4	#8	#16	#30	底盘Pan
高水分玉米 H.M. Corn (>30%)	75	25	0	0	0
高水分玉米 H.M. Corn (25-30)	25	50	25	0	0
高水分玉米 H.M. Corn (<25%)	0	<10	30	50	<20
干燥玉米 Dry corn	0	<10	30	50	<20
筛出样品 Sample Shakeout	1	20	29	44	6

氨态氮参考值

饲料玉米	氨态氮，占总氮 %
干玉米	0
新鲜玉米	0
酸处理玉米	<0.5
湿贮玉米HMC, Snaplage（发酵期小于2周）	<0.5
湿贮玉米HMC, Snaplage（发酵不佳/发酵期短）	1.0
湿贮玉米HMC, Snaplage（中度发酵）	3.0
湿贮玉米HMC, Snaplage（强度/长期发酵）	6.0
Snaplage-Wet（强度发酵）	7.0

资料来源： FeedGrain V2.0, 实际值以测定值为准

Prolamin醇溶蛋白参考值

饲料玉米	醇溶蛋白, %DM
硬玉米	>4.5
正常玉米	4.0
缺氮玉米	<3.5
粉质玉米	<2.8

资料来源： FeedGrain V2.0, 实际值以测定值为准

玉米淀粉利用率 (FeedGrain V2.0)测定项目的输出值

项目	缩写	单位	低	中	高
Dry Matter 干物值		% As Fed	<15	25	>35
Effective Mean Particle Size ¹ 平均颗粒度	eMPS	microns	<600	1200	>2400
Starch Fermentation Rate (As Fed) ² 淀粉发酵速率	kd	%/hour	<13	18	>23
Ruminal Starch Digestibility 瘤胃淀粉消化率	RSD	%Starch	<50	60	>70
Starch Digestibility (Total Tract) 全肠道淀粉消化率	TTSD	%Starch	<89	92	>95
Non Fiber Carbohydrate 非纤维性碳水化合物	NFC	%DM	<77	80	>83
Non-Starch NFC 非淀粉性NFC		%DM	<8.0	9.0	>10

注¹: 颗粒淀粉在干玉米平均颗粒度预估为有效的发酵

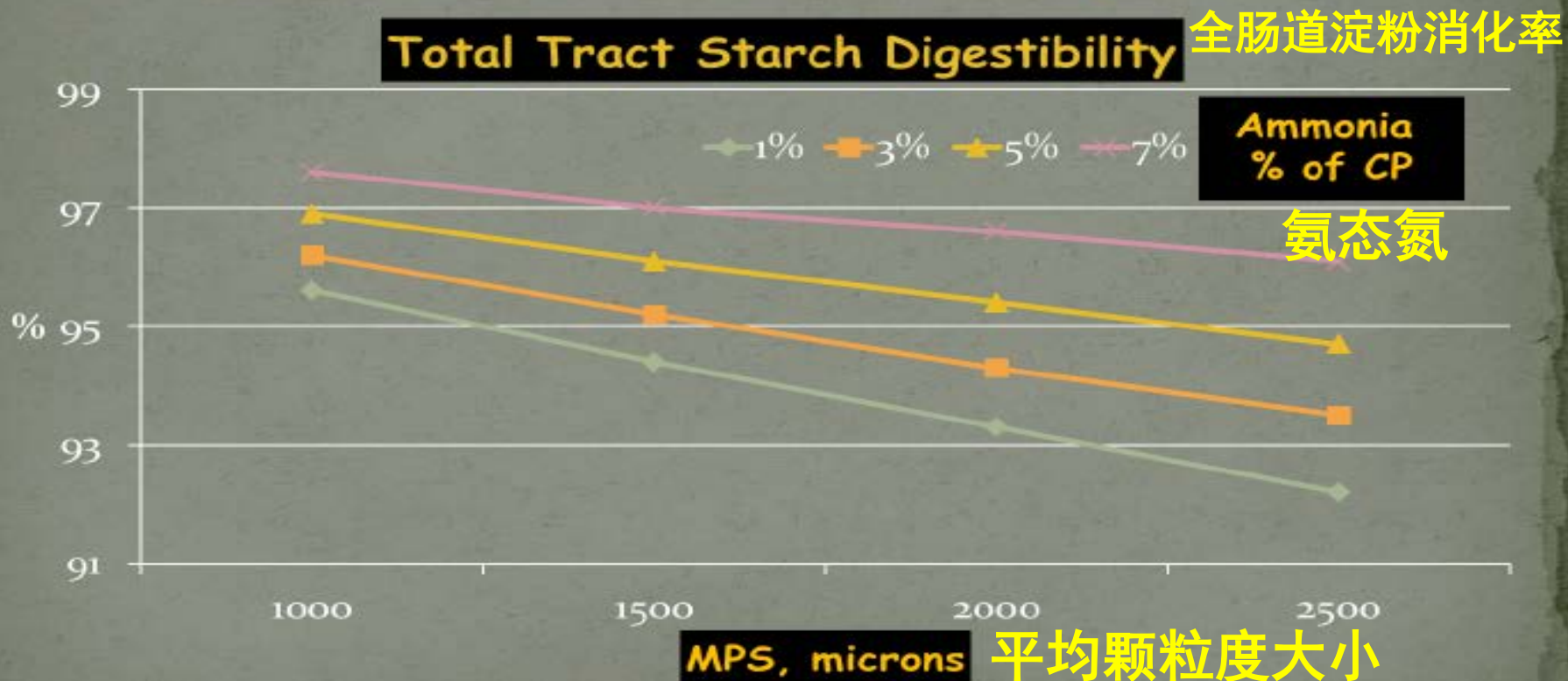
注²: 根据未干燥玉米, 未磨细干玉米, 湿贮玉米体外淀粉发酵产气的速率
预估未发酵玉米及湿贮发酵玉米在16%及12%

玉米淀粉利用率 (FeedGrain V2.0)测定项目的输出值

项目	缩写	单位	低	中	高
Total Digestible Nutrients, 1X	TDN	%DM	<86.5	87.5	>89
Net Energy Lactation, 3X 泌乳净能	NE _L	Mcals/lb	<0.86	0.88	>0.92
Net Energy Maintenance 维持净能	NE _M	Mcals/lb	<0.93	0.95	>0.97
Net Energy Gain 增重净能	NE _G	Mcals/lb	<0.63	0.65	>0.67
Metabolizable Energy, 3X 可代谢能	ME	Mcals/lb	<1.35	1.37	>1.40
Relative Grain Quality 相对谷物品质	RGQ		<130	150	>170

湿贮玉米消化率模拟

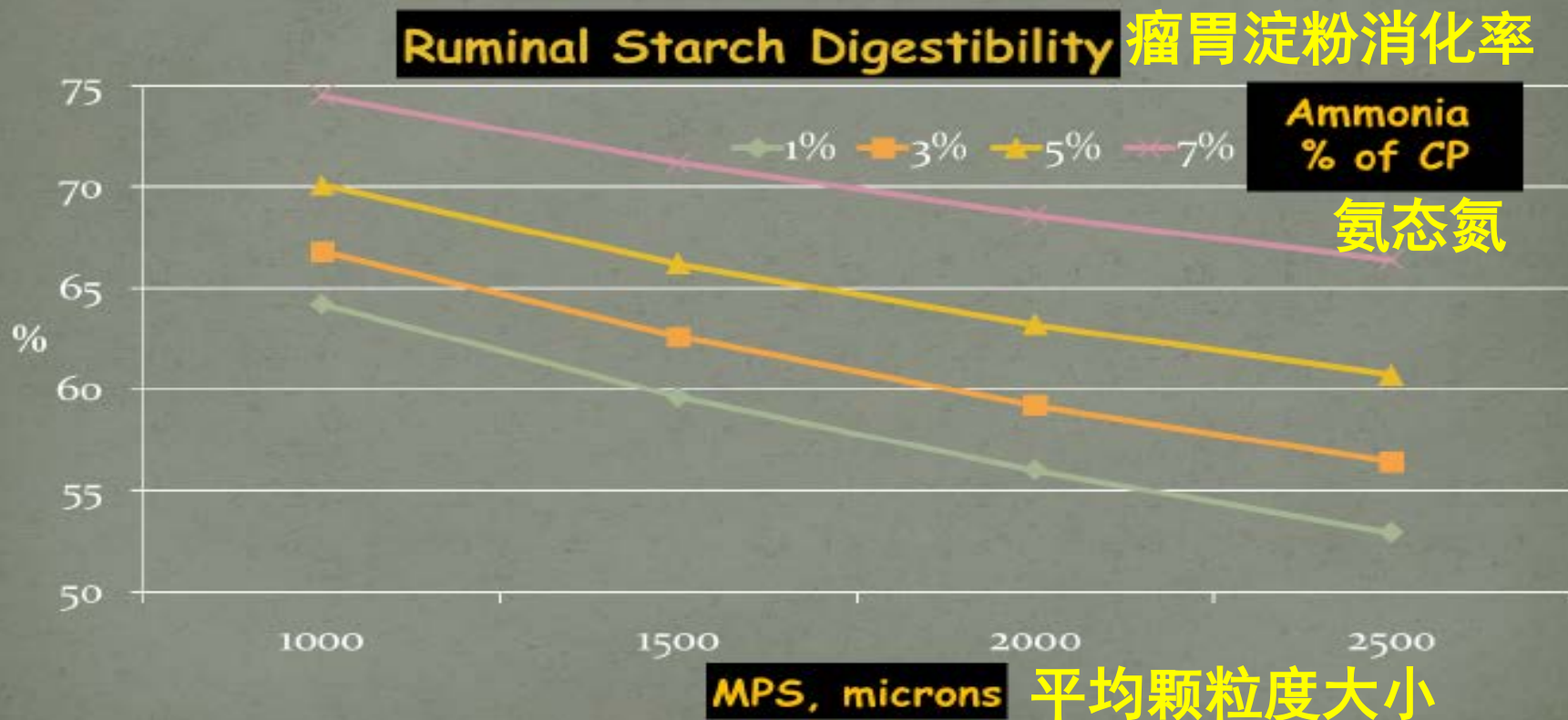
HM Corn Simulation Feed Grainv2.0 Evaluation System



资料来源: Randy Shaver, 2014. Update on Starch Utilization by Dairy Cows

湿贮玉米消化率模拟

HM Corn Simulation Feed Grainv2.0 Evaluation System

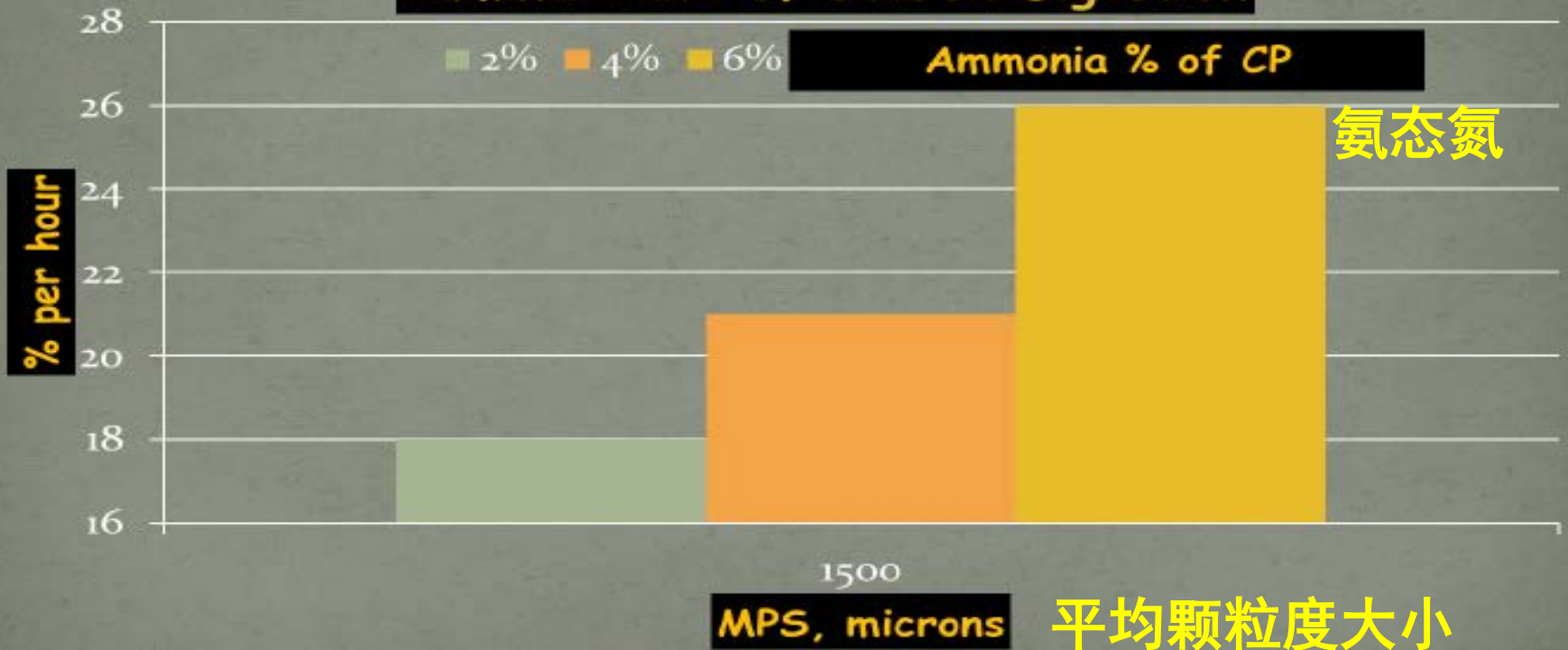


资料来源: Randy Shaver, 2014. Update on Starch Utilization by Dairy Cows

湿贮玉米消化率模拟

HM Corn Simulation Feed Grainv2.0 Evaluation System

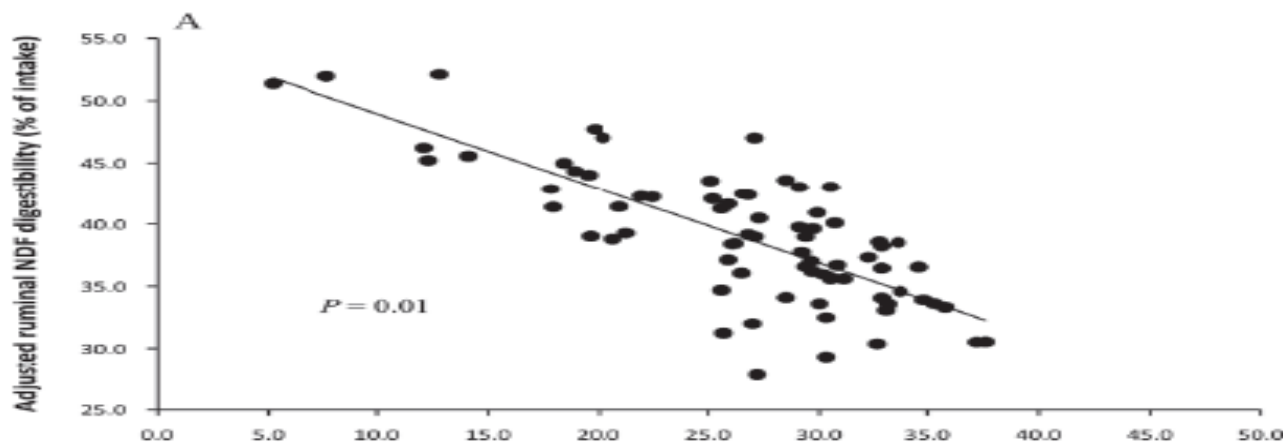
Ruminal Rate of Starch Digestion 瘤胃淀粉消化速率



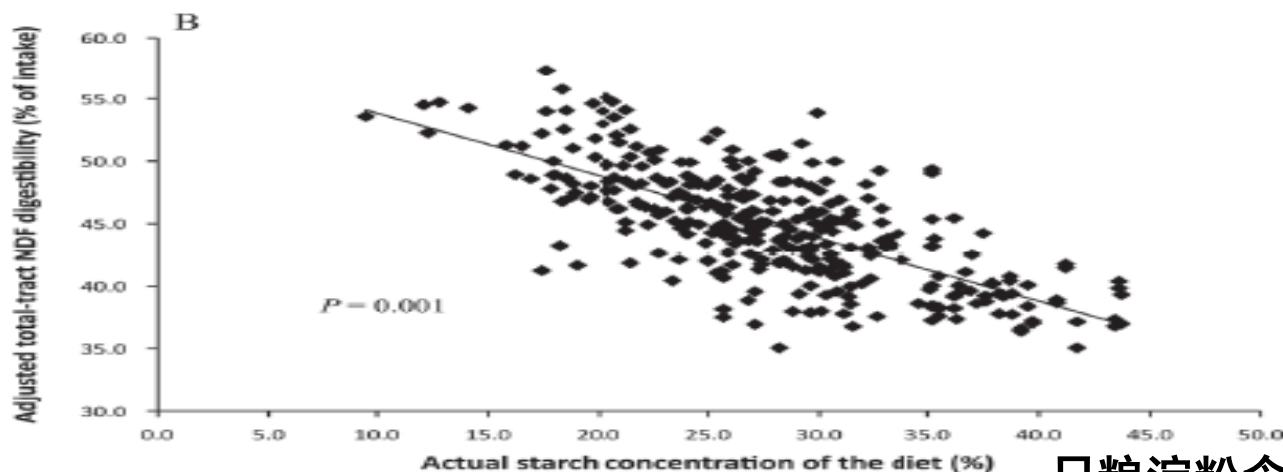
资料来源: Randy Shaver, 2014. Update on Starch Utilization by Dairy Cows

日粮淀粉含量对瘤胃NDF及全肠道NDF消化率的影响

瘤胃NDF消化率



全肠道NDF消化率



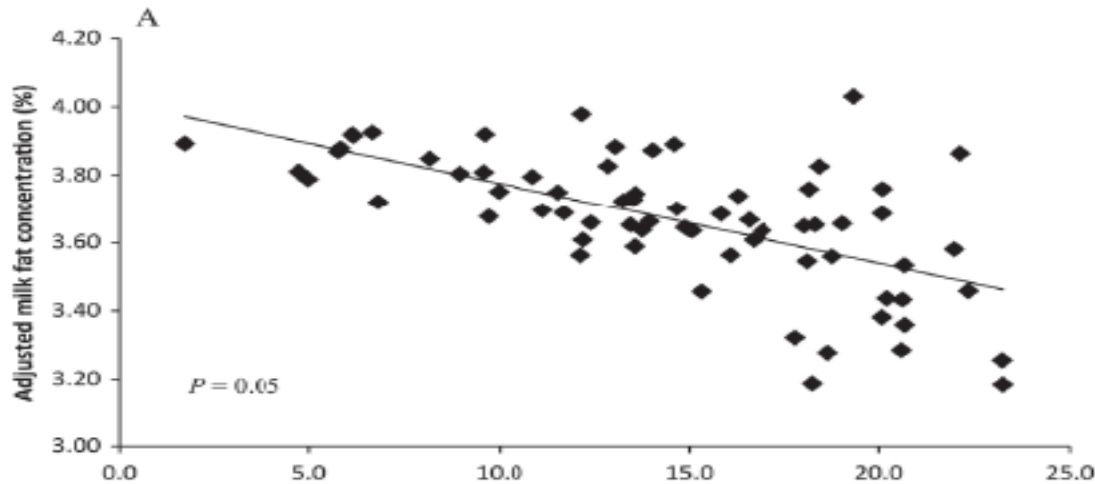
日粮淀粉含量

资料来源: Ferraretto等人, 2013. JDS 96: 533-550.

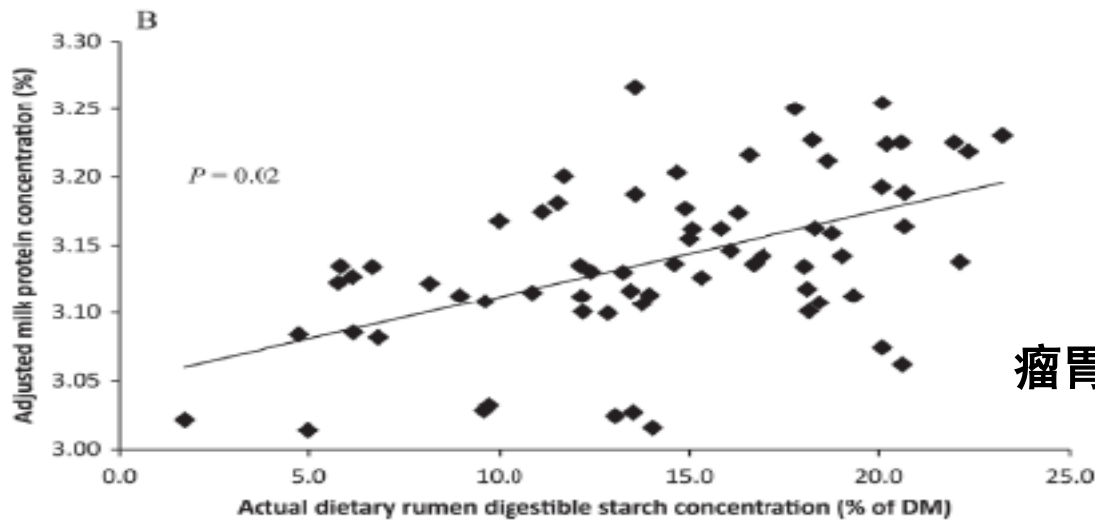


瘤胃可消化淀粉含量对乳脂率及乳蛋白率的影响

乳脂率



乳蛋白率



瘤胃可消化淀粉



奶牛碳水化合物推荐量

项目	推荐量
NDF, %DM 中洗纤维	28~32
PeNDF, %NDF 物理有效中洗纤维	20~24
Forage NDF, %DM 来自粗饲料提供的中洗纤维	18~23
Fermentable NDF, %NDF 可发酵中洗纤维	>35
NFC, %DM 非纤维性碳水化合物	30~43
Soluble Fiber, %DM 可溶性纤维	4~10
Starch, %DM 淀粉	23~30
Fermentable Starch, %Starch 可发酵淀粉	83~86
Sugars, %DM 糖类	4~8
Sugars: Soluble Protein ratio 糖: 可溶性蛋白比值	1.5:1
Fermentable Total Carbohydrate, %DM可发酵淀粉糖类	42~44
Total VFA, %DM 总挥发性脂肪酸	0~5

资料来源: Sniffen, 2004. Proc. Northeast Dairy Producers Conf., Cornell Univ.



不同淀粉含量的TMR配方

Item	Diet		
	18% starch	21% starch	25% starch
Ingredient composition			
Corn silage, % 玉米青贮	30.2	30.2	30.4
Grass silage, % 禾草青贮	18.5	18.4	18.6
Alfalfa hay, % 苜蓿干草	5.0	5.0	5.1
Soybean meal (48%), % 豆粕	7.1	8.0	8.4
Corn, finely ground, % 玉米细粉碎	3.4	10.1	16.9
Beet pulp, % 甜菜粒	6.7	3.4	-
Wheat middlings, % 粉头	13.4	10.1	6.8
Distillers grains, % 酒精糟	9.7	8.7	7.8
Other, % 其它	6.0	6.1	6.0
Chemical composition			
Crude protein, % 粗蛋白	17.4	17.6	17.2
Acid detergent fiber, % 酸洗纤维	22.2	20.8	20.0
Neutral detergent fiber, % 中洗纤维	38.0	36.5	34.2
Forage neutral detergent fiber, % 来自粗饲料的	24.7	24.7	24.8
Sugar, % 糖	4.8	3.9	3.6
Starch, % 淀粉	17.7	21.0	24.6
Starch 6-h digestibility, % starch 淀粉6小时消化率	82.5	77.3	73.6
Rumen fermentable starch, % 瘤胃可发酵淀粉	14.6	16.2	18.1

资料来源: Dann, 2009. Proceeding of the Cornell Nutrition Conference



不同淀粉含量对产奶量的影响

Item ¹	Diet			SEM	P-value
	18% starch	21% starch	25% starch		
DMI, kg/d 干物质采食量, 公斤/天	26.4	26.9	26.3	0.8	0.51
DMI, % of BW/d 干物质采食量, %体重	68	3.72	3.65	0.10	0.60
Milk, kg/d 产奶量	42.9	43.4	44.1	1.9	0.60
3.5 % FCM, kg/d 乳脂校正乳	43.1	43.4	43.8	1.8	0.86
Milk fat, % 乳脂率	3.57	3.57	3.48	0.15	0.45
Milk true protein, % 乳蛋白率	3.09	3.18	3.14	0.07	0.19
Milk/DMI, kg/kg 饲料效率	1.64	1.62	1.68	0.08	0.32
Ruminal pH 瘤胃酸碱值	6.10	6.01	6.07	0.12	0.76
Total VFA, mM 总挥发性脂肪酸	151.8	153.4	145.2	6.0	0.21
Acetate: propionate 乙酸:丙酸	2.3	2.3	2.6	0.3	0.70
Microbial nitrogen, g/d 微生物蛋白	579	590	583	24	0.75
Organic matter TTD, % 有机物质真消化率	67.0 ^b	67.3 ^b	69.2 ^a	0.5	0.009
NDF TTD, % NDF真消化率	43.7	43.4	42.3	1.2	0.62
Starch TTD, % 淀粉真消化率	98.2	98.3	98.5	0.1	0.25

¹ DMI = dry matter intake, BW = body weight, FCM = fat-corrected milk, VFA = volatile fatty acids, TTD = total tract digestibility, NDF = neutral detergent fiber.

^{ab} Least squares means within a row without a common superscript differ ($P \leq 0.05$).

资料来源: Dann, 2009. Proceeding of the Cornell Nutrition Conference.

日粮来自粗饲料NDF（fNDF）， 日粮NDF与NFC及ADF的对应关系

最小 fNDF	最小日粮 NDF	最大日粮 NFC	最小日粮 ADF
19	25	44	17
18	27	42	18
17	29	40	19
16	31	38	20
15	33	36	21

资料来源： 2001 NRC

密歇根州立大学的研究

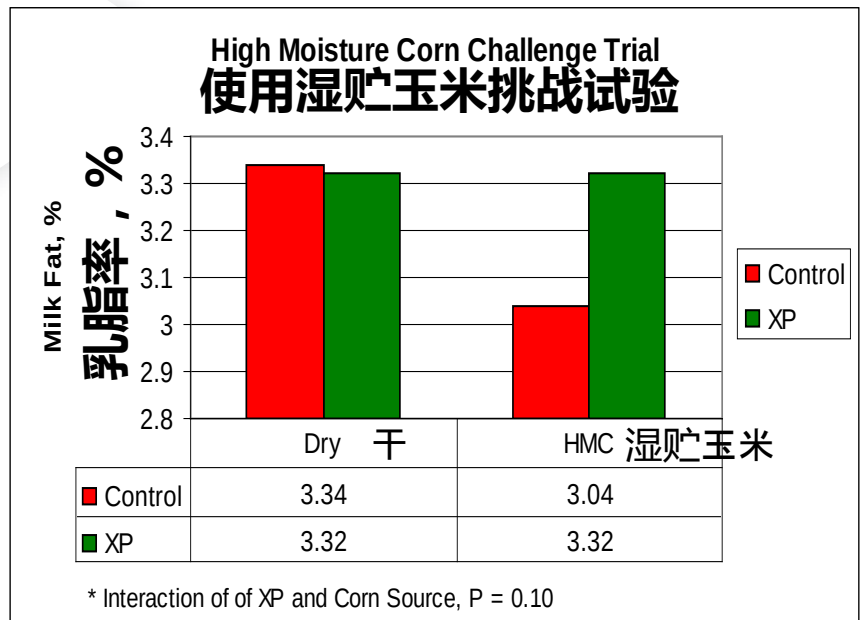
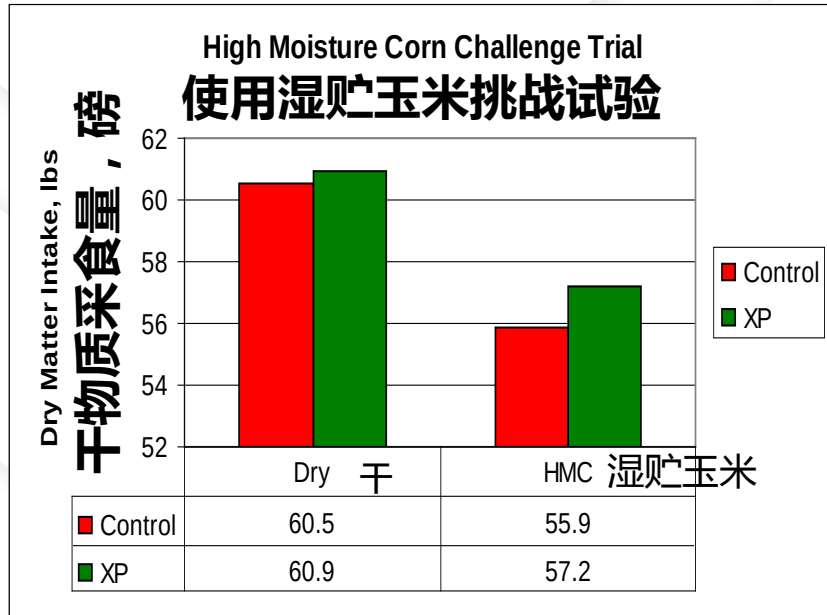
- ◆ 突然改变日粮中的碳水化合物
- ◆ 原始日粮含高纤维，发酵速率慢的碳水化合物
- ◆ 突然更换为湿贮玉米（35%）
- ◆ 模拟牧场经常出现的饲喂误差，尤其在粗饲料缺乏时

Longuski et al., 2009 Journal Dairy Sci. 92:160-167



保持瘤胃稳定

发酵挑战结果



乳脂率：

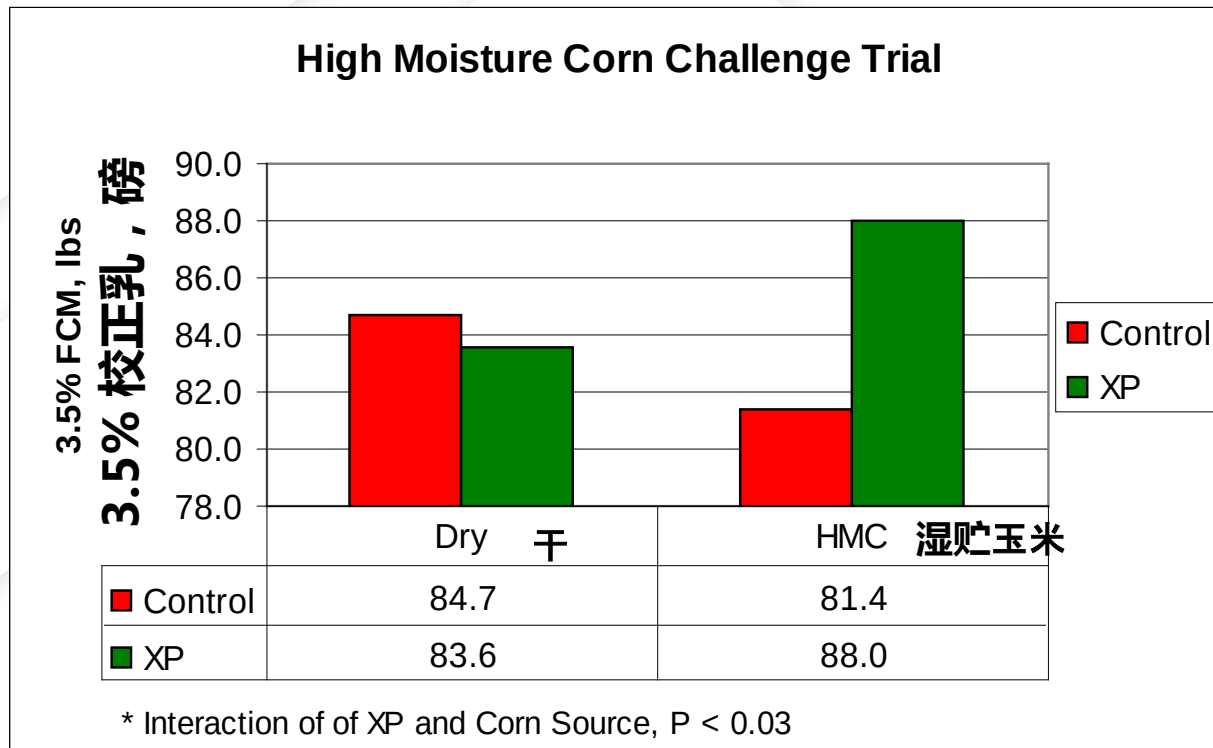
- 对照组Control: 从3.34%降低到3.04%
- 试验组: 保持在3.32%未变

Longuski et al., 2009. J Dairy Sci. 92:160-167.



3.5%校正乳产量

碳水化合物发酵挑战

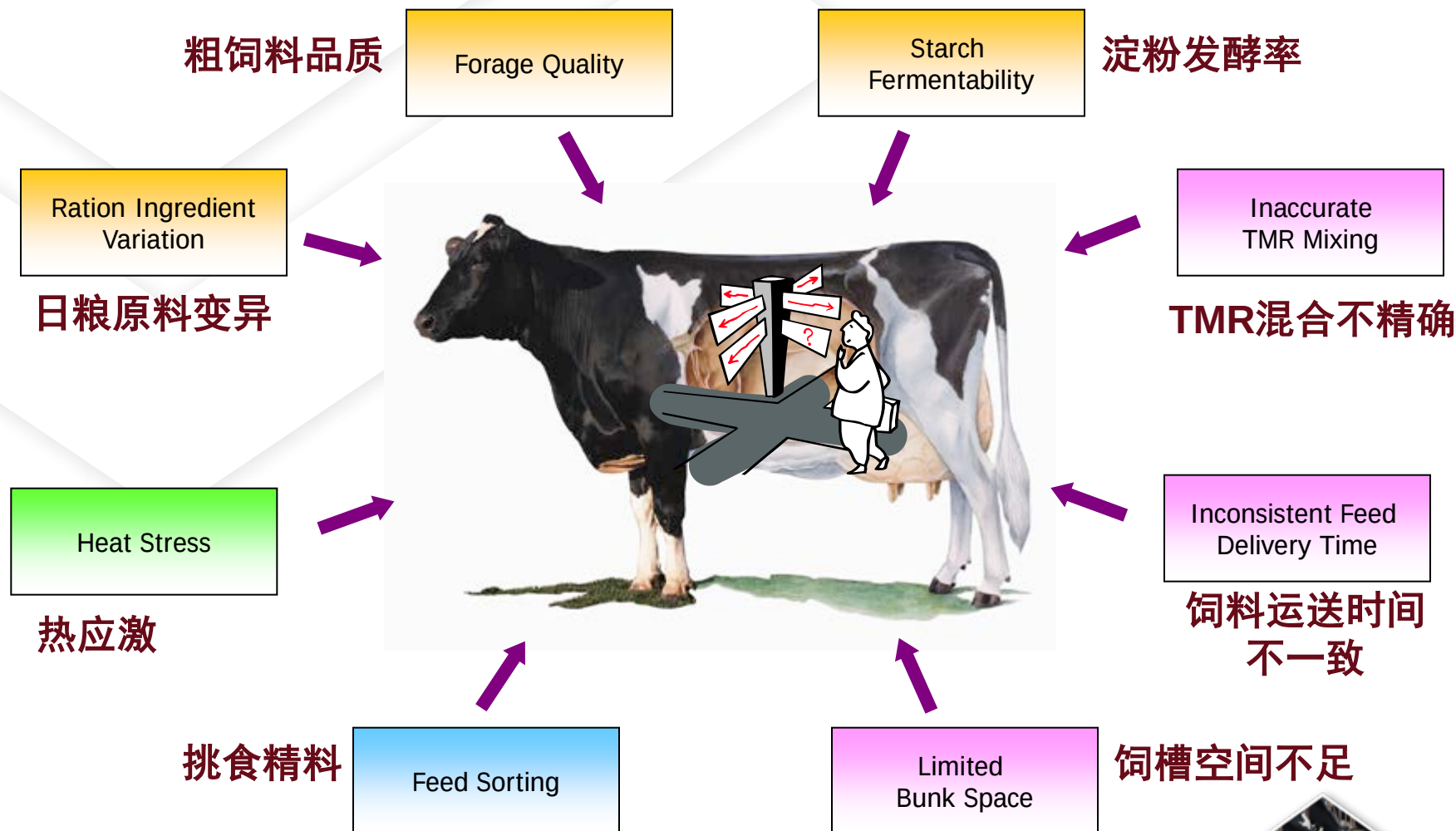


- **对照组**：从84.7下降到81.4 磅/天
- **试验组**：从83.6增加到88磅/天

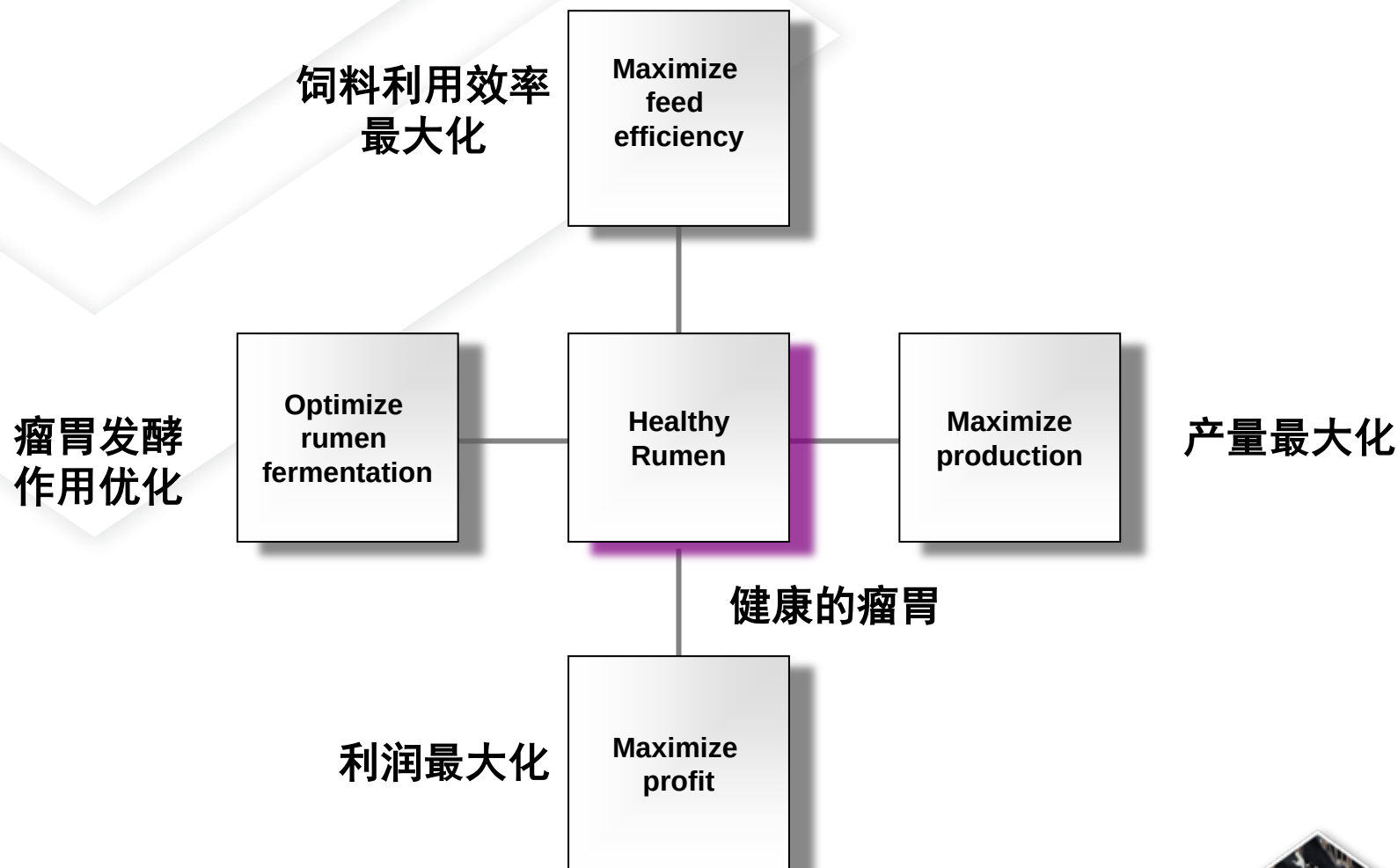


瘤胃的健康总是受到挑战

Rumen Health Is Under Challenge



健康的瘤胃=利润最大化



宾州三段筛



粗饲料及日粮的适当粒度大小

	玉米青贮	半干青贮	全混合日粮
上层 (>19 mm)	10 – 15%	15 -20%	8 – 10%
中层 (19 – 8 mm)	40 – 50%	30 – 40%	30 – 50%
下层 (< 8 mm)	40 – 50%	40 – 50%	40 – 60%

注：上层+中层必须 >40%；如为四层的宾州筛，除上层+中层必须 >40%外，第三层为30~50%，第四层 <20%，3+4层在40~60%间

注：玉米青贮如果为Shredlage(经过破碎及揉搓处理的青贮)，上中下层应各占1/3

不同颗粒度TMR对采食量及产奶量的影响

TMR颗粒度	短	中短	中长	长
宾州筛上层%	2.9	6.7	11.1	15.5
干物质采食量,公斤/天	28.1	26.9	26.9	25.7
产奶量,公斤/天	41.4	42.4	41.6	41.2
饲料利用效率	1.47	1.58	1.55	1.60

注: TMR含57%玉米青贮

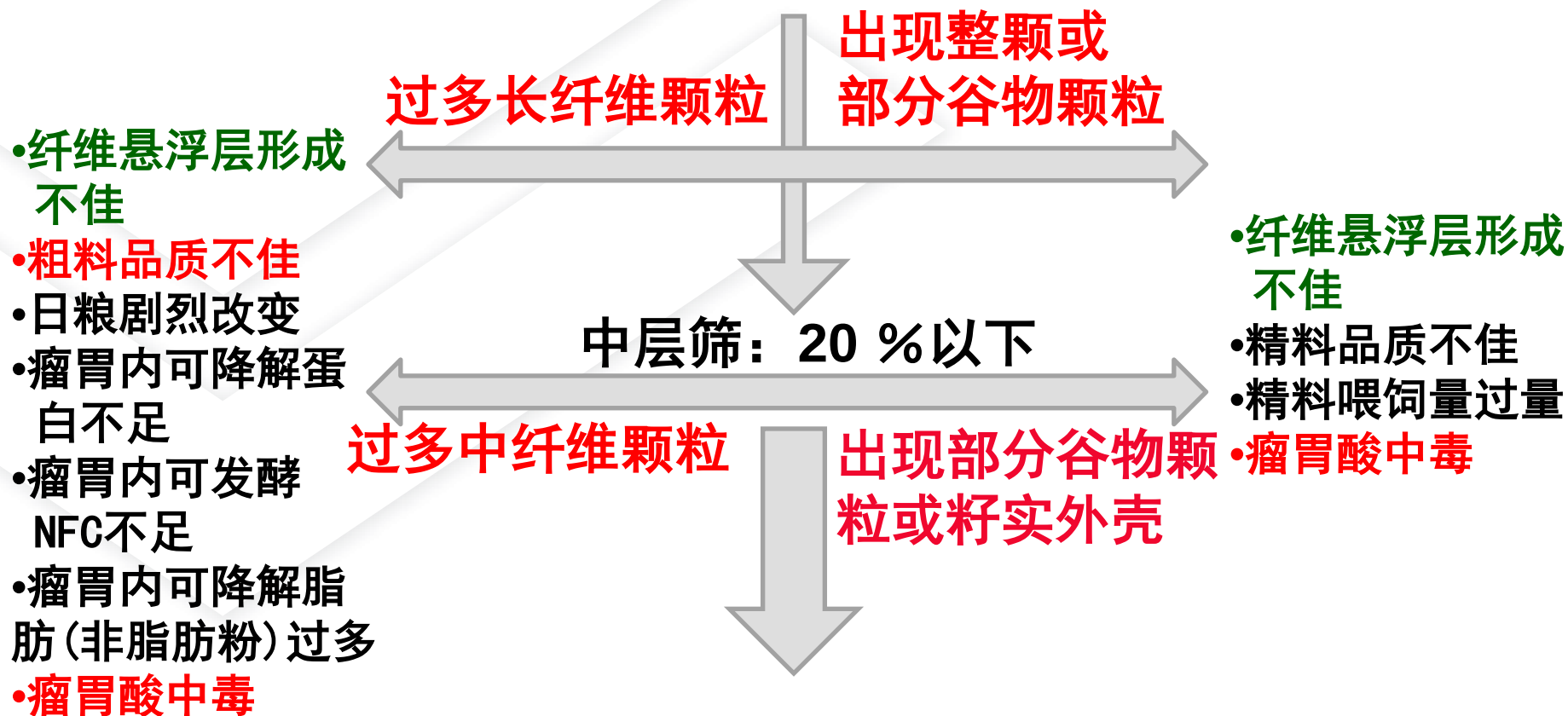
Kononoff et al., 2003.



粪便分离筛



上层筛：10 %以下（泌乳早期牛只则为20%以下）



底层筛：50 %以上

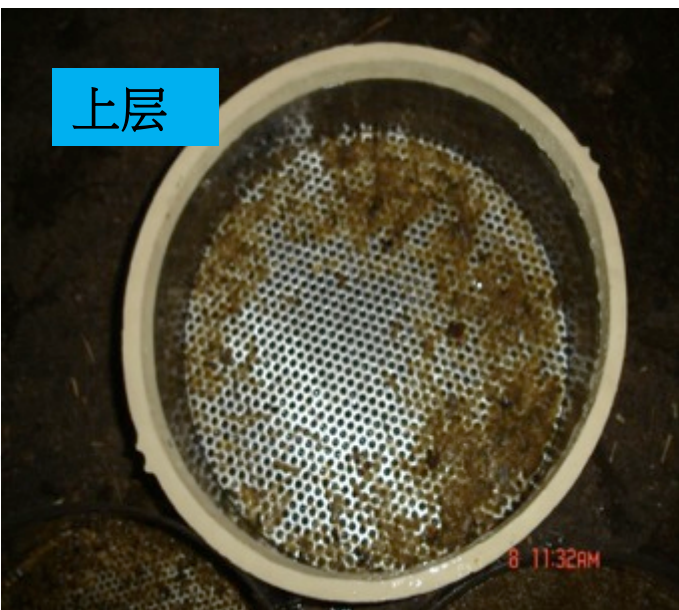
- 瘤胃功能健全
- 瘤胃菌丛可获得充足且平衡之养分
- 可评估副产物消化情形
- 可评估奶牛表现



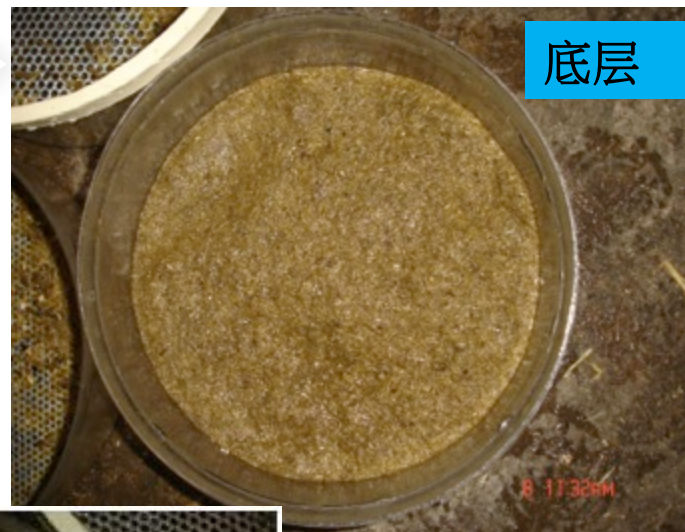
理想的粪便筛结果

> 50%

上层



底层



< 20%

中层



< 10%

(产奶早期牛<20%)

中层15%

上层1.5%

5舍
头胎

下层83.5% 2013 09 13

资料来源：鍾懿华博士，2013. 达农威公司

中层29%

6舍
头胎

上层1%

下层70% 2013 09 13

资料来源：鍾懿华博士，2013. 达农威公司

粪筛日粮消化率小结

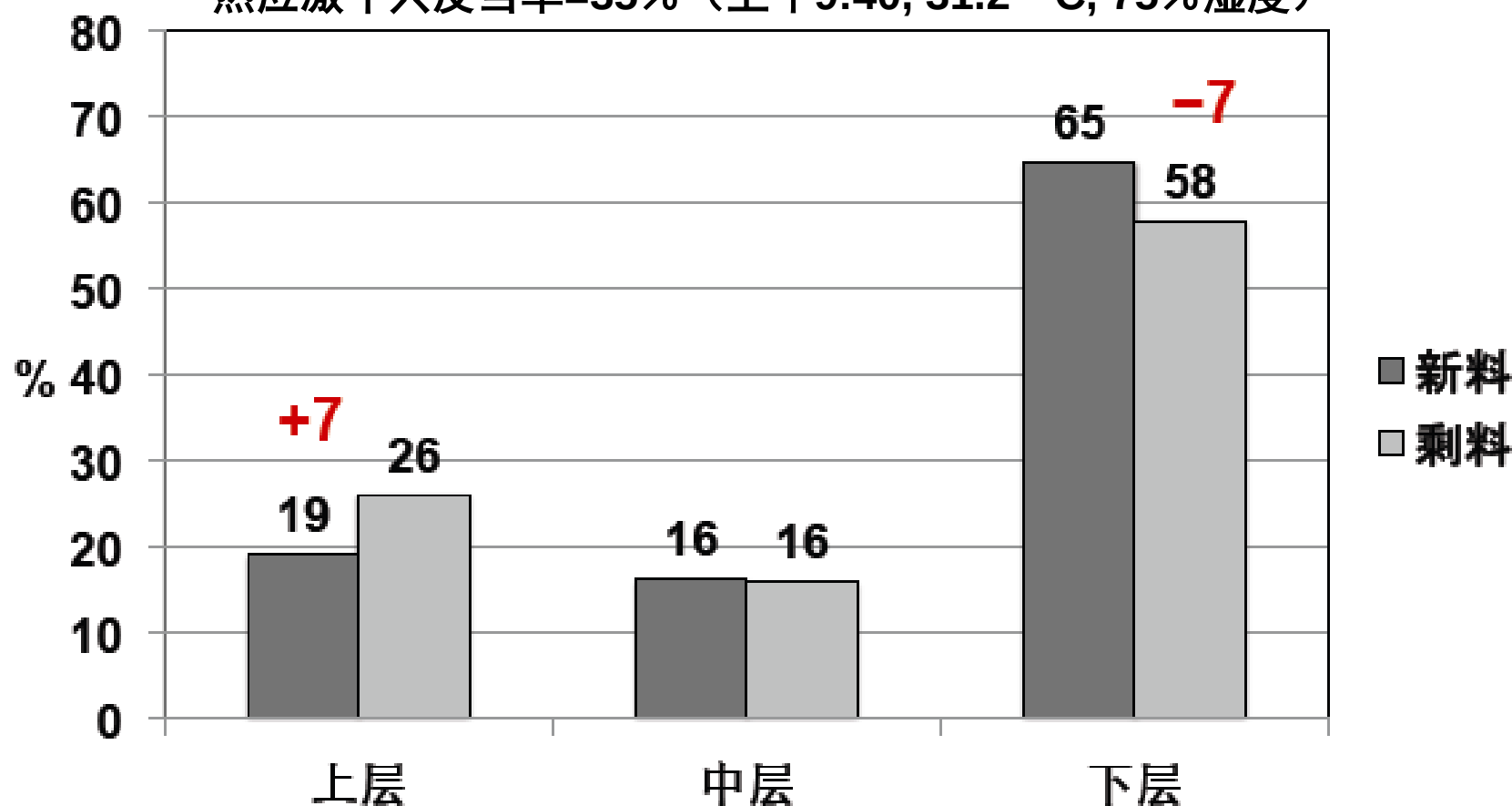
百分比 (%)	5舍 头胎牛	6舍 头胎牛	
上层	1.5	1	上层主要是未消化之全棉籽
中层	15	29	6舍头胎牛中层相对较多，为什么？
下层	83.5	70	

资料来源：锺懿华博士，2013. 达农威公司

6舍头胎牛有挑料！

新鲜日粮与剩料宾州筛颗粒度比较

热应激牛只反刍率=35%（上午9:40, 31.2° C, 75%湿度）



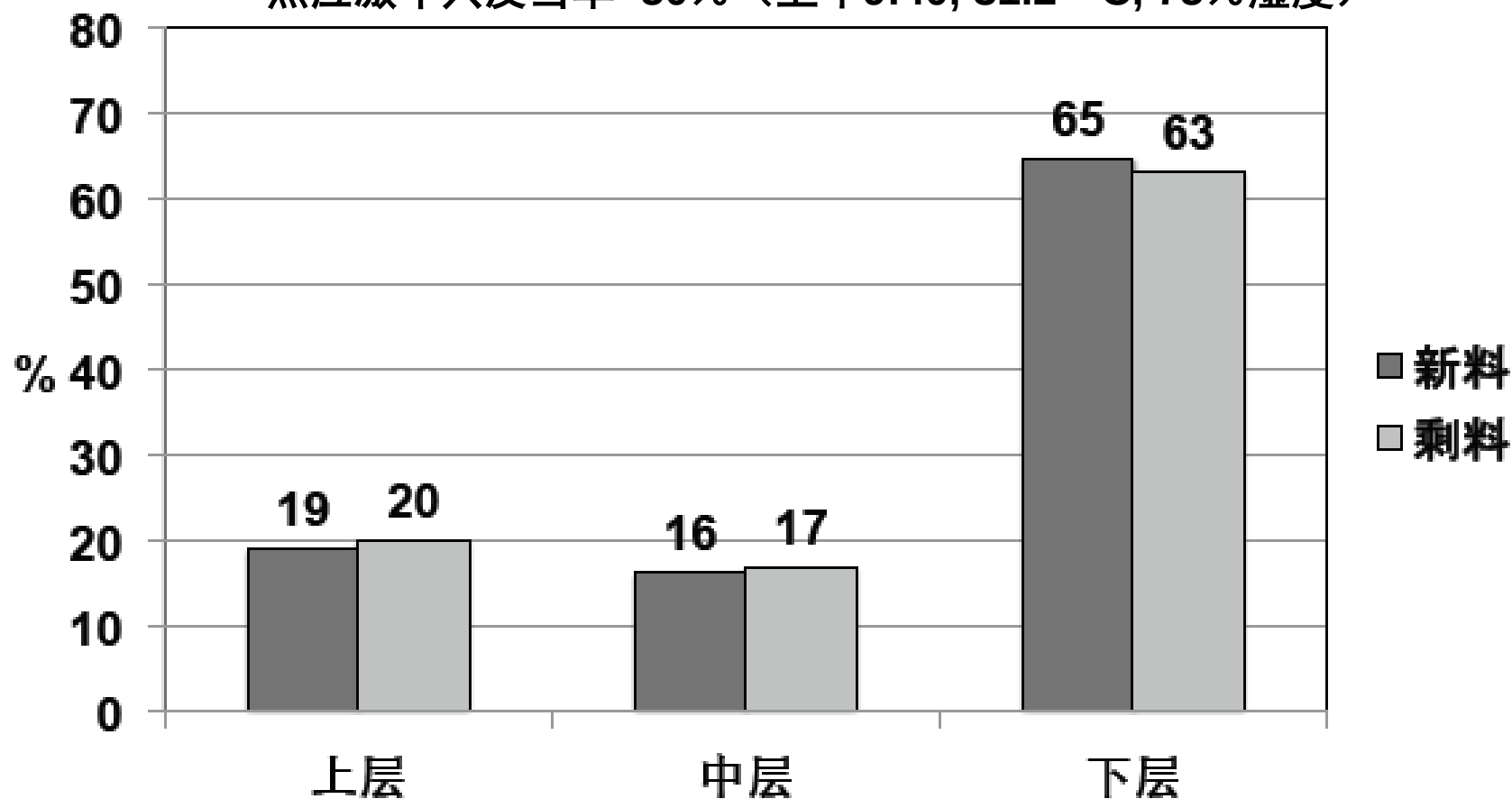
新鲜日粮与剩料宾州筛各层百分比若相差7个百分比即表示有挑料情况发生

资料来源：鍾懿华博士，2013. 达农威公司

5舍头胎牛无挑料

新鲜日粮与剩料宾州筛颗粒度比较

热应激牛只反刍率=50%（上午9:40, 31.2° C, 75%湿度）



新鲜日粮与剩料宾州筛各层百分比若相差7个百分比即表示有挑料情况发生

资料来源：鍾懿华博士，2013. 达农威公司

隐性乳房炎发生的原因

- ◆ 瘤胃过酸（脂多糖LPS）
- ◆ 挤奶程序不佳（挤奶真空压力，药浴等）
- ◆ 环境卫生待改进（牛床，垫料，运动场）
- ◆ 牛只免疫能力低（围产牛代谢病，热应激，疫病等）



舒适的牧场环境+
良好的牧场管理+
适当的营养+健康的瘤胃=
更多利益





谢谢!

詹世琛

18600709002

rchan@diamondv.com

