



饲料有效能值评定进展

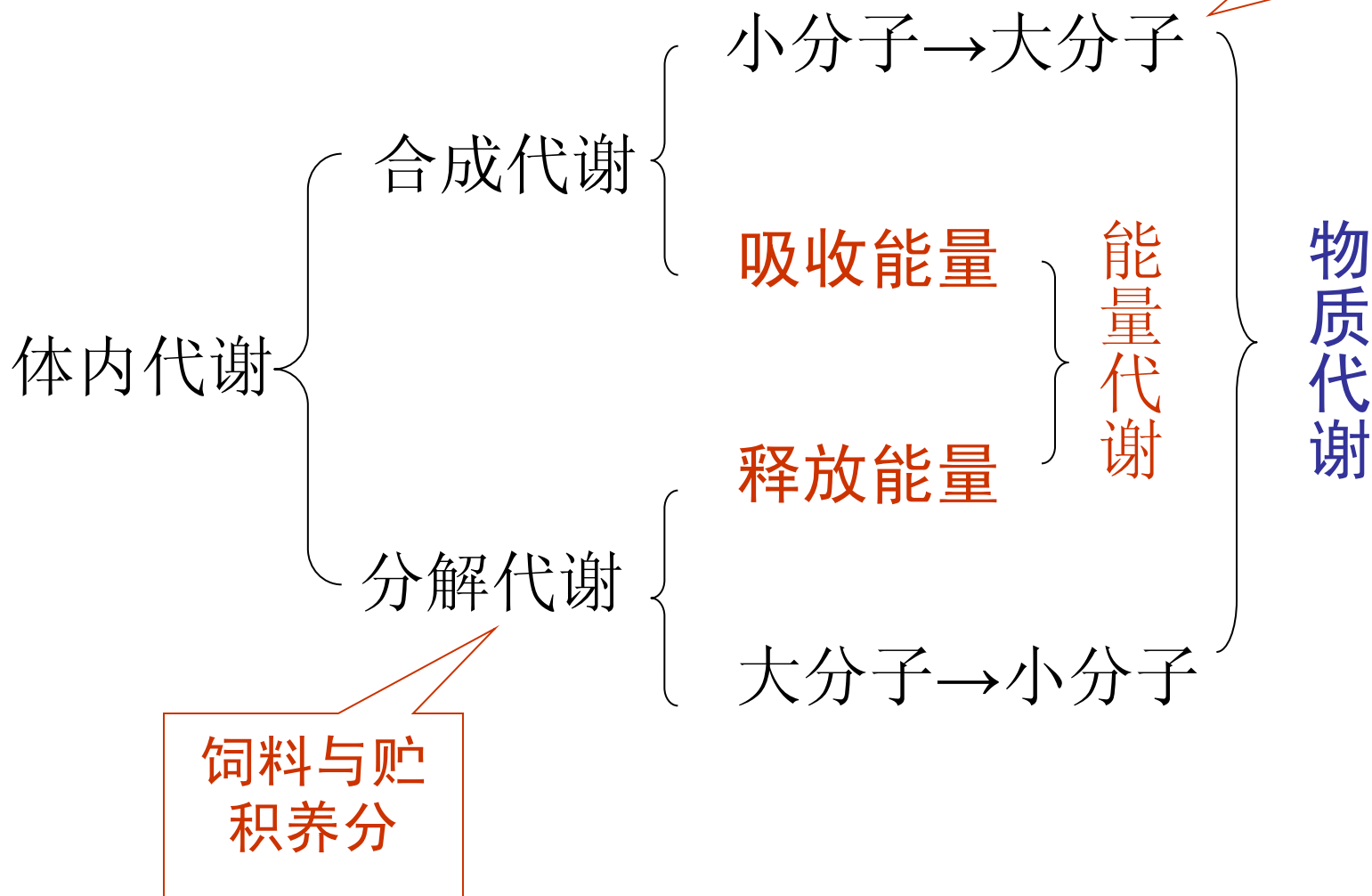
林海

山东农业大学



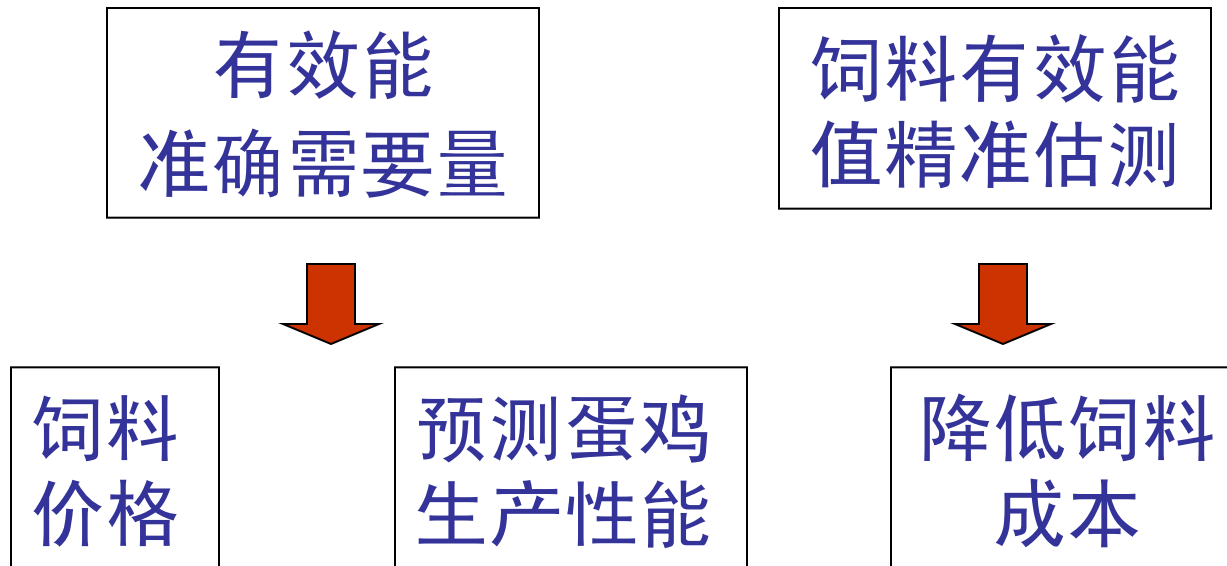
物质代谢与能量代谢的关系

生长发育
生产



饲料的有效能

- 饲料成本的3/4与能量有关；





- 能量饲料紧张

- 2010年1—5月，我国玉米进口量为2.35万吨；
- 2009年同期进口量仅为0.2万吨。

玉米进口量超过
过去15年累计进口量

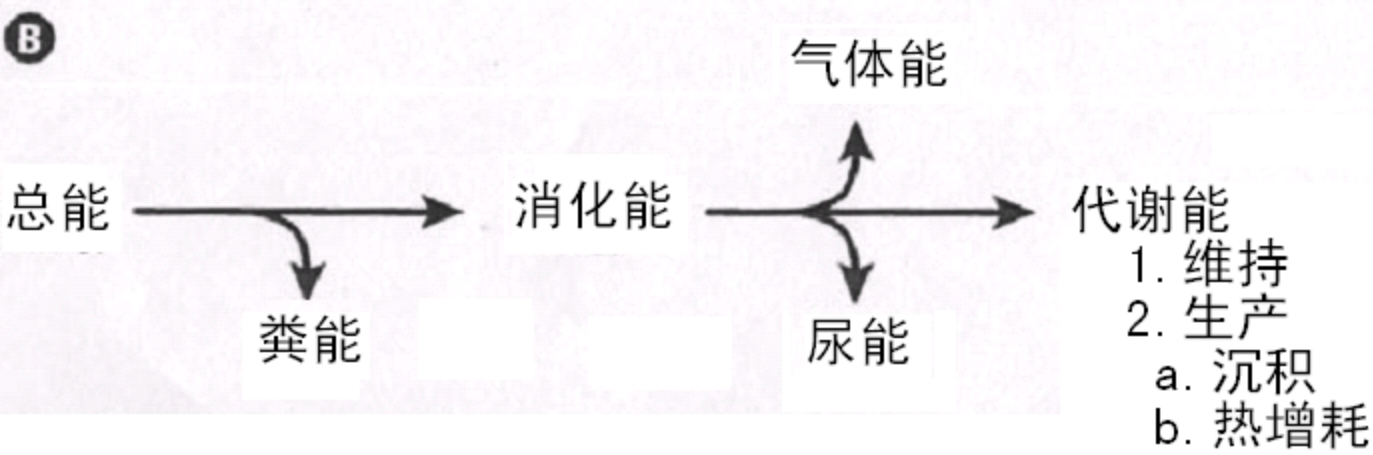
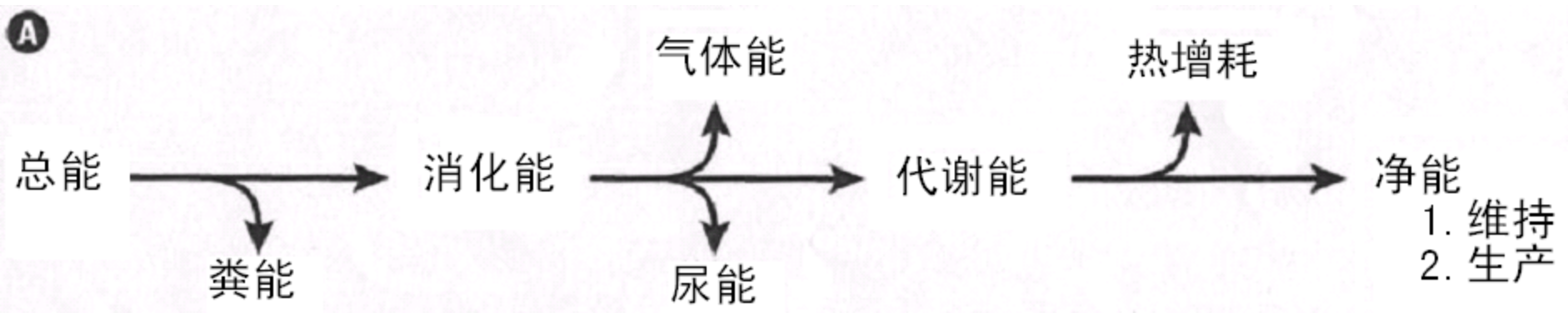
生产现状

如何提高饲料利用效率？

技术问题

- 饲料原料有效能的基础数据欠缺；
- 饲料原料（玉米）有效能的现场快速评定技术。

饲料能量评定体系





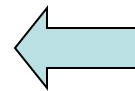
饲料能量体系

- 消化能体系
- 代谢能体系：AME TME
- 净能体系
- 其它
 - 总可消化养分（TDN）
 - 淀粉价



- ME体系高估了蛋白质饲料的有效能值；
- ME体系低估了能量饲料的有效能值。

- 吸收耗能
- 代谢产物含有的能量
- 排泄过程耗能



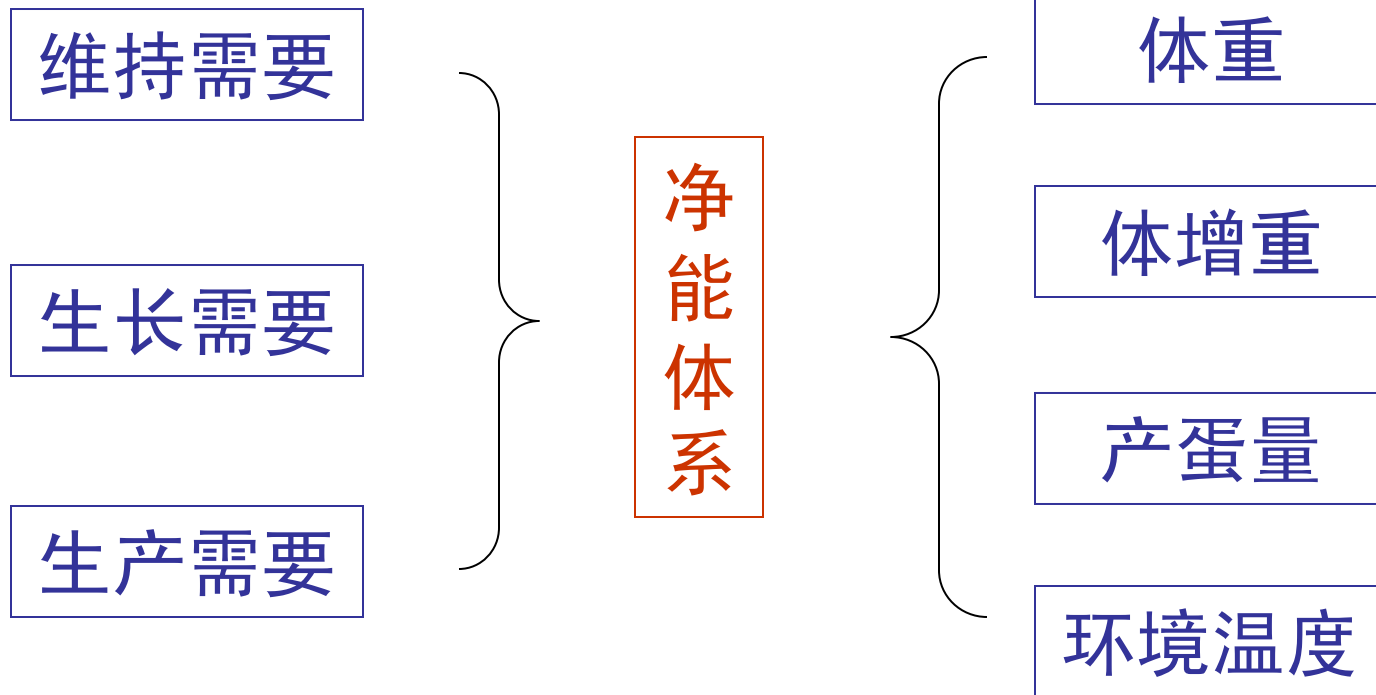
高蛋白饲料

排泄形式	能值 kJ/g	能值 KJ/M	能值 Mol N	排泄耗 能 Mol N	占摄入 蛋白质 能值%	总耗能 占蛋白 质能值%
氨	20.5	348	348	348	17%	17%
尿素	10.5	634	317	373	17%	18%
尿酸	11.5	1926	481	581	23%	26%



净能体系的应用

- 净能更加接近饲料真实可用于生产的有效能；
- 在猪的营养方面有成功的应用（Noblet, 2001）
- 考虑热增耗而提高能量的利用效率；
- 提高“低蛋白+AA”日粮的利用效果





蛋鸡净能需要量 (Kcal/只、日)

Laying hen pullets - White

$$1 \text{ to } 7\text{wk: } NE = W^{0.75}(81.34) + 2.03 \text{ WG}$$

$$8 \text{ to } 12\text{wk: } NE = W^{0.75}(81.34) + 3.06 \text{ WG}$$

$$13 \text{ to } 18\text{wk: } NE = W^{0.75}(81.34) + 5.60 \text{ WG}$$

Laying hen pullets - Brown

$$1 \text{ to } 7\text{wk: } NE = W^{0.75}(91.96) + 2.03 \text{ WG}$$

$$8 \text{ to } 12\text{wk: } NE = W^{0.75}(91.96) + 3.11 \text{ WG}$$

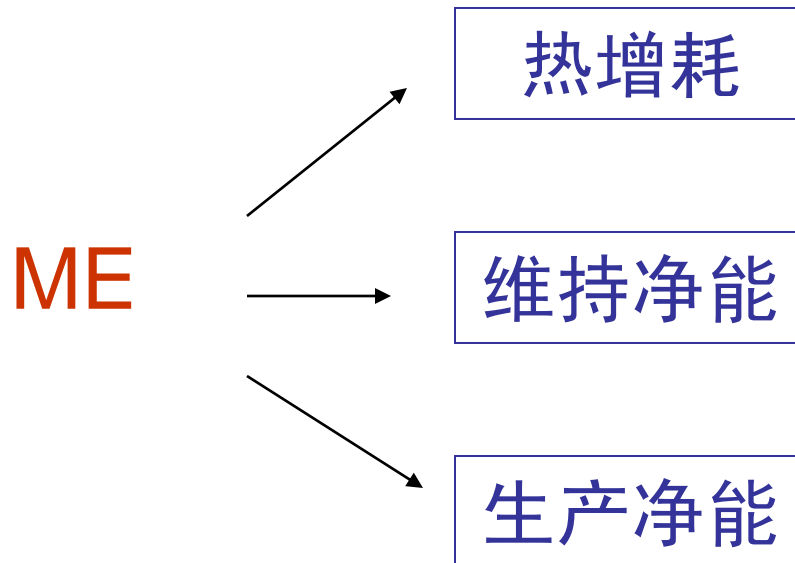
$$13 \text{ to } 18\text{wk: } NE = W^{0.75}(91.96) + 3.98 \text{ WG}$$

Laying hens

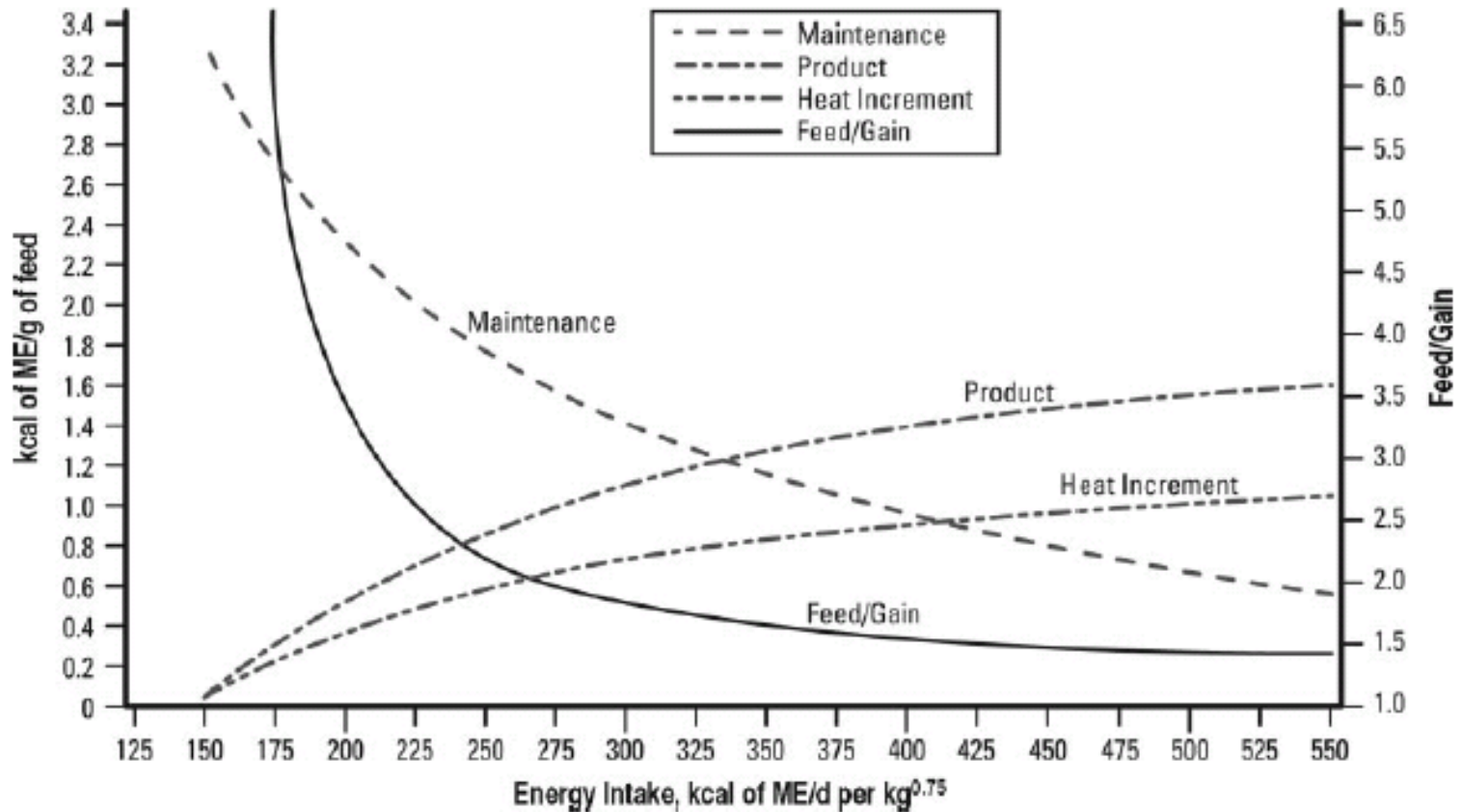
$$NE = W^{0.75}(118.5 - 1.638T) + 4.34 \text{ WG} + 1.49\text{EM}$$

净能体系的前提

- 饲料原料的热增耗、维持净能及生产净能是固定不变的。



生长发育阶段



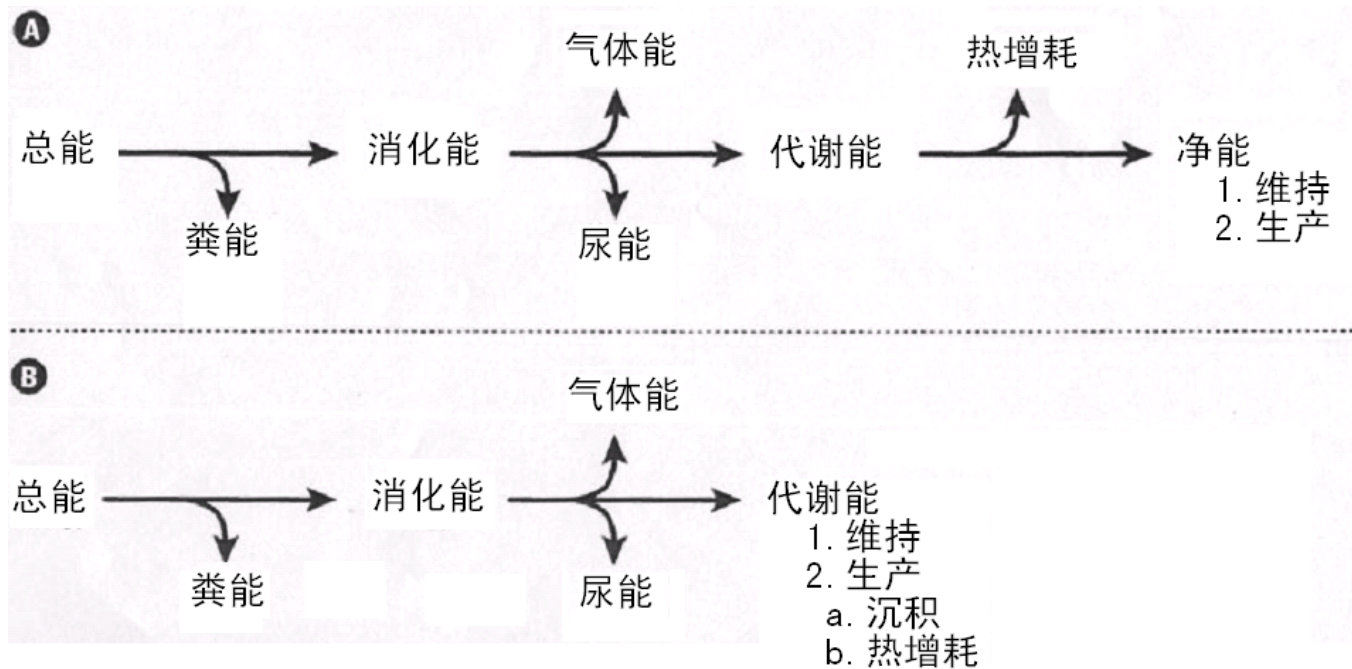
代谢能摄入量对肉鸡代谢能分配模式影响

产蛋阶段

利用净能体系原理饲喂低蛋白日粮（13%）满足蛋鸡氨基酸需要量或达到高蛋白日粮（18% CP）氨基酸水平对育成鸡生长性能的影响

DIET TREATMENT	BODY WEIGHT (g)				FEED INTAKE (g/bird)				PROTEIN INTAKE (kg/kg gain)
	21 days	56 days	84 days	126 days	21-56 days	56-84 days	84-126 days	0-126 days	0-126 days
18% Crude protein	167	653 ^a	1024 ^a	1430 ^a	1536	1851	3139	6527	0.82
13% Crude protein + AA to requirement	169	578 ^b	955 ^b	1361 ^b	1444	1717	3141	6302	0.60
13% Crude protein + AA 18% CP	169	615 ^{ab}	995 ^{ab}	1391 ^{ab}	1457	1675	2969	6100	0.57
Significance	—	**	**	*	NS	NS	NS	NS	
Standard error	—	30.4	32.5	35.6	76.1	161.9	240.8	418.0	
^{a,b} Within columns, means followed by different superscript letters are significantly different.									
*P < .05 ; **P < .01.									

- 净能体系在蛋鸡中的应用仍存在一定的问
题。





能量饲料有效能评定进展

- 玉米



不同品种玉米的物理种质特性

	H-8906	H-8194	H-8445	H-8562	H-8913	H-8803
水分,%	13.8	14.2	13.7	13.9	14.0	13.7
容重 kg/L	0.673 (0.687)	0.721 (0.739)	0.679 (0.692)	0.705 (0.72)	0.716 (0.733)	0.726 (0.74)
千粒重, g	331.0 (337.9)	282.7 (289.9)	301.6 (307.5)	373.7 (381.9)	342.0 (350.1)	270.3 (275.7)
硬度 (%)	32.1	33.8	32.2	35.2	31.4	25.9

括号内数值为校正至88%DM时的测定值

Moore et al., 2008



不同玉米品种对蛋鸡生产性能的影响

	H-8906	H-8194	H-8445	H-8562	H-8913	H-8803
FC, g	98.1 ^{ab}	97.2 ^b	98.8 ^{ab}	97.7 ^{ab}	101.6 ^a	100.6 ^{ab}
产蛋量 %	77.1 ^a	81.4 ^{ab}	80.3 ^{ab}	78.1 ^b	80.2 ^{ab}	84.5 ^a
蛋重 g	61.6	60.7	62.5	61.3	61.6	61.0
Egg mass, g	47.6 ^b	49.4 ^{ab}	50.0 ^{ab}	47.9 ^b	49.3 ^{ab}	51.5 ^a
FE	0.484 ^b	0.508 ^{ab}	0.508 ^{ab}	0.491 ^{ab}	0.489 ^{ab}	0.513 ^a



- 产蛋量与容重：正相关 ($r = 0.22$)
- 产蛋量与千粒重：负相关 ($r = -0.21-0.34$)
- 产蛋量与硬度：正相关 ($r = 0.20-0.33$)

蛋鸡主要产区玉米产销量

区域	消费量	工业消费	饲料消费	产量
河北	1073	380	540	1350
河南	1250	350	700	1513
山东	1900	920	825	1788
辽宁	630	135	423	1155
江苏	373	20	335	195
四川	858	108	598	558
湖北	278	15	245	208
安徽	398	175	213	275



农业部推荐2009年玉米主导品种

- 郑单958
- 浚单20
- 东单60
- 丹玉39
- 农大108
- 登海11
- 沈单16
- 鲁单981
- 兴垦3
- 吉单27
- 中单808
- 京单28
- 丰禾10
- 蠡玉16
- 三北6
- 中科11



- 脂肪含量
- 淀粉特性
- 氨基酸结构
- 水分含量
- 杂质
- 容重



不同品种在不同区域玉米容重的变异系数

编号 No.	品种 Genotype		德州 DZ	济宁 JN	烟台 YT	滨州 BZ	泰安 TA	济南 JN	临沂 LY	均值 Mean	标准差 Standard deviation	变异系数 CV(%)
1	LN1	LN1	733	772	-	775	737.4	780	778.3	762.62	19.59	2.57
2	正大 12 号	ZD12	755	776	-	772	745.0	800	779.2	771.2	17.64	2.29
3	孟 9731	M9731	741	773	681	765	731.8	780	772.5	749.19	34.95	4.67
4	金海 601	JH601	742	763	654	758	744.6	795	762.2	745.54	43.93	5.89
5	皖玉 7 号	WY7	732	786	689	752	759.9	800	772.6	755.93	36.99	4.89
6	天禾 5 号	TH5	724	759	675	729	738.9	780	744.9	735.83	32.83	4.46

不同品种不同区域平均变异系数： 6.37%

相同品种不同区域间变异范围： 2.57%—9.62%

相同区域不同品种间变异范围： 2.31%—8.02%

16	安玉 12	AY12	730	761	644	755	770.0	785	765.2	744.31	47.28	6.35
17	金海 604	JH604	721	771	597	748	757.4	795	758.7	735.44	65.02	8.84
18	鲁种 99118	LZ99118	716	762	605	756	749.0	795	760.7	734.81	61.76	8.41
19	先行 3 号	XX3	722	782	606	769	741.0	800	760.0	740	64.4	8.70
20	X1132X	X1132X	735	756	574	755	745.0	780	764.9	729.99	70.24	9.62
21	新单 22	XD22	722	770	607	748	765.9	745	754.3	730.31	56.6	7.75
22	安玉 8 号	AY8	739	784	626	767	774.6	750	749.7	741.47	53.29	7.19
23	W9917	W9917	687	733	619	715	722.3	785	712.5	710.54	50.24	7.07
24	濮单 5 号	PD5	676	733	652	708	717.4	750	691.7	704.01	33.64	4.78
25	Q2101	Q2101	671	757	672	722	707.6	720	715.9	709.36	30.15	4.25
26	天泰 10 号	TT10	676	725	625	725	706.3	775	754.9	712.46	50.07	7.03
27	农大 108	ND108	714	748	615	746	718.2	760	748.2	721.34	49.84	6.91
28	东单 60 号	DD60	641	734	575	685	685.1	710	687.8	673.99	51.99	7.71
29	济单 8 号	JD8	676	720	587	707	718.0	700	714.0	688.86	47.34	6.87

张丽
等
2007



产量与容重的相关性: $r=0.634$

相关系数	穗长	穗粗	穗行数	行粒数	秃顶长	千粒重	产量	容重
Correlation coefficient	Ear length	Ear diameter	Row number	Kernels per row	Bare tip length	Weight of 1000-kernel	Grain yield	Test weight
穗长 Ear length		-0.432	0.439	0.794*	0.771*	-0.774*	-0.805*	-0.777*
穗粗 Ear diameter	0.860**		-0.447	-0.365	-0.511	0.320	0.276	0.144
穗行数 Row number	0.821**	0.575*		0.232	0.311	-0.401	-0.448	-0.334
行粒数 Kernels per row	0.805**	0.664**	0.765**		0.541	-0.348	-0.411	-0.402
秃顶长 Bare tip length	-0.198	0.070	-0.485	-0.450		-0.807*	-0.732*	-0.687
千粒重 Weight of 1000-kernel	0.559*	0.709**	0.117	0.228	0.657**		0.980**	0.952**
产量 Grain yield	0.751**	0.802**	0.367	0.451	0.407	0.939**		0.953**
容重 Test weight	0.019	0.233	-0.395	-0.264	0.915**	0.828**	0.634**	

容重与淀粉的相关性: $r=0.719$

相关系数	粗蛋白	粗脂肪	赖氨酸	淀粉	容重
Correlation coefficient	Crude protein	Gross fat	Lysine	Starch	Test weight
粗蛋白 Crude protein	1				
粗脂肪 Gross fat	-0.4360	1			
赖氨酸 Lysine	0.2997	-0.0812	1		
淀粉 Starch	0.4488	-0.2122	-0.1400	1	
容重 Test weight	0.5731*	-0.2846	-0.0020	0.7190**	1

容重与粗蛋白的相关性: $r=0.573$



饲料有效能的评定方法

- TME方法
- 化学成分预测法
- 近红外光谱法
- 离体酶法

- TME方法
- 化学成分预测法
- 近红外光谱法
- 离体酶法

套测法中的饲料组合效应问题
干扰了测定结果的真实性；
盲肠；
耗时；

- TME方法
- 化学成分预测法
- 近红外光谱法
- 离体酶法

通过一元、二元或多元回归关系构建化学成分（CP、EE、CF、ADF、NFE等）与有效能值的预测方程；
问题：饲料原料的互作、家禽生理阶段等

- TME方法
- 化学成分预测法
- 近红外光谱法
- 离体酶法

Valdes and Leeson
(1992) 建立AME预测方
程, 预测误差为80
kcal/kg。

根据样品中有机物对近红外光在特定波长处有特征吸收的原理, 测定有机物的含量。

用生物法测定代谢能值及其在近红外光谱区吸收的光密度值, 通过回归计算, 建立定标方程, 然后测定待测样品近红外光谱区吸收的光密度值, 用定标方程预测其代谢能。

- TME方法
- 化学成分预测法
- 近红外光谱法
- 离体酶法

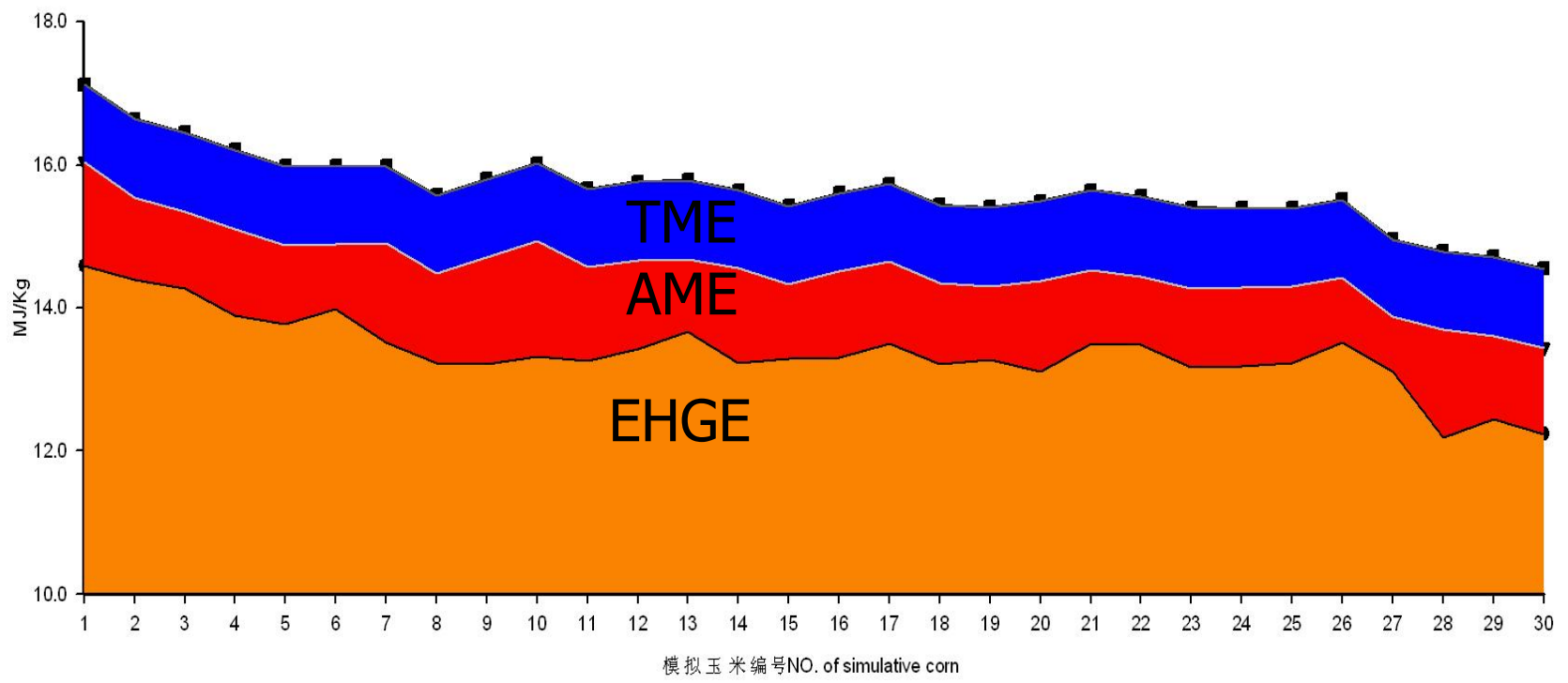
模拟体内的消化环境，通过体外酶解，估测饲料的有效能。

一步法：胃蛋白酶(A)

二步法：A+胰酶/小肠液(B)

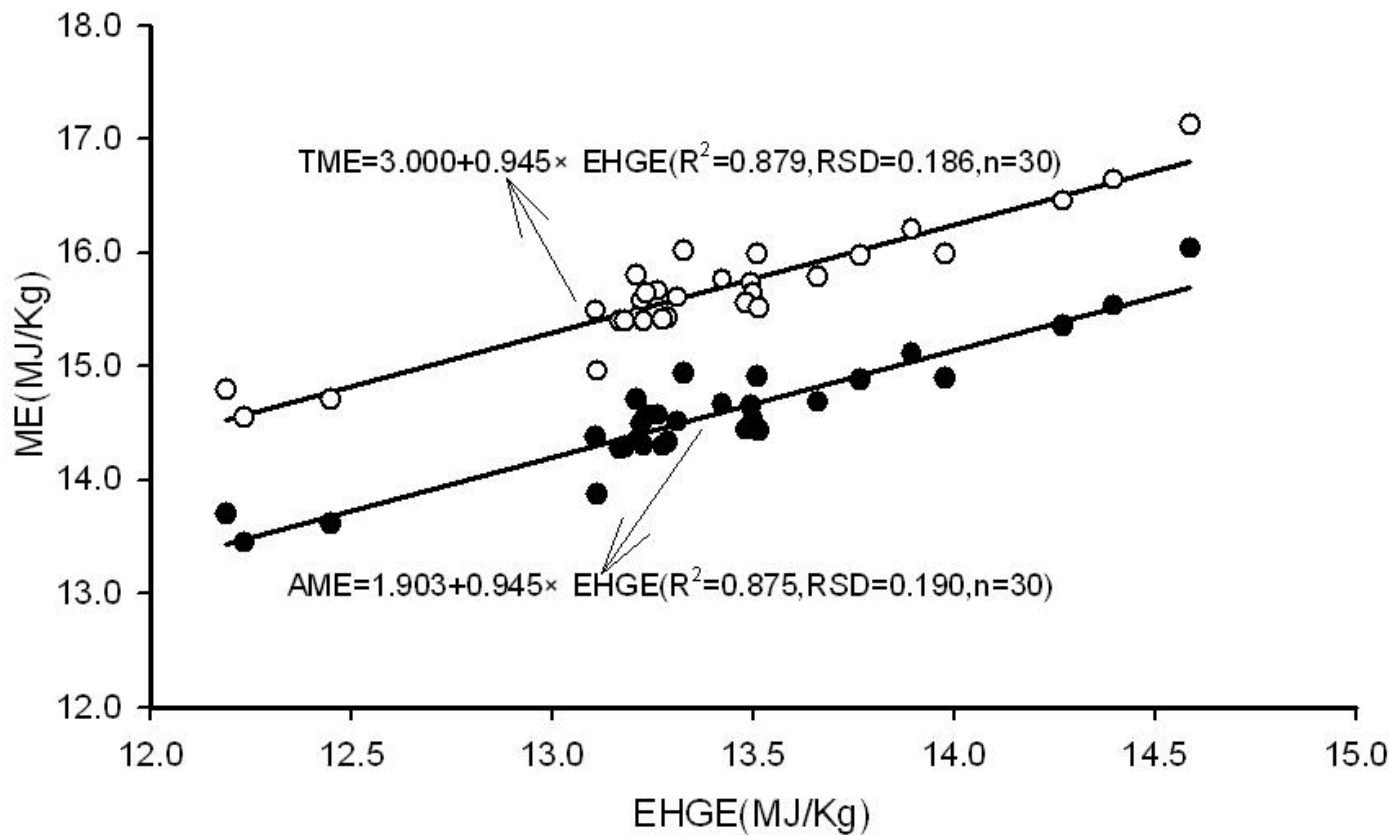
三步法：A+B+瘤胃液等

模拟玉米酶水解物能值 (EHGE) 与AME、TME的比较



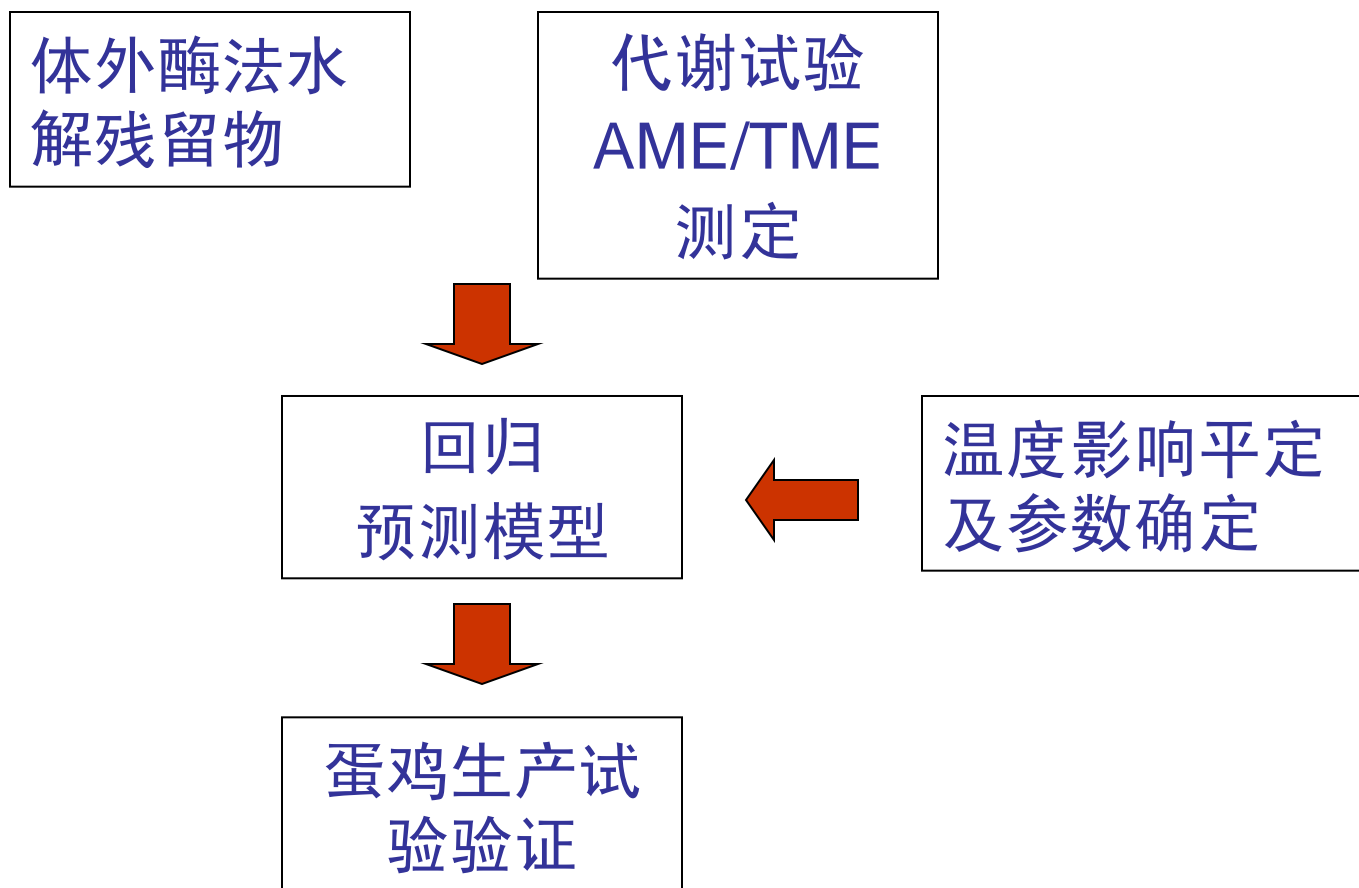
EHGE:酶水解物能值, AME-EHGE:1.16,91.9%;TME-EHGE:2.26,85.5%

玉米酶水解物能值 (EHGE) 与 AME、TME 间的回归模型



EHGE:酶水解物能值

饲料玉米有效能值的酶法快速测定技术

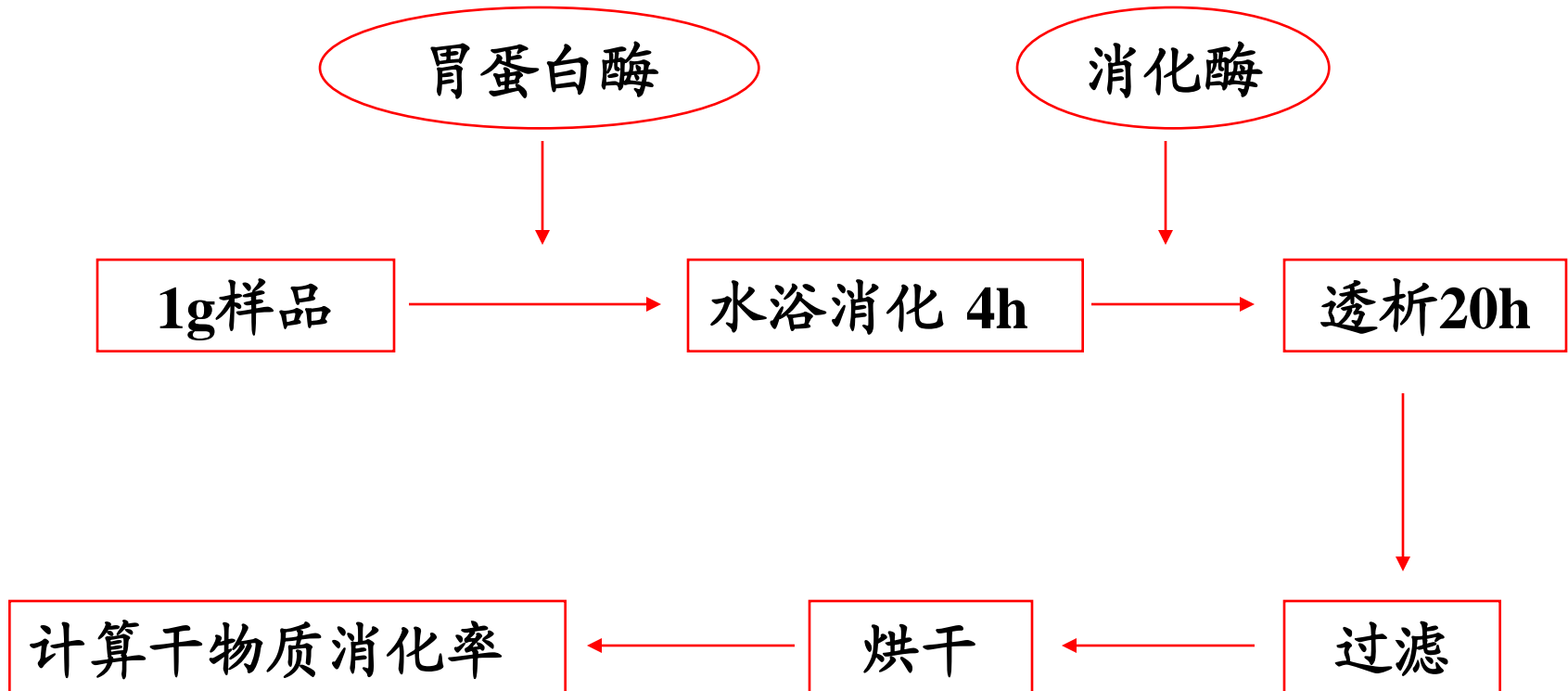


研究进展

不同消化条件对玉米体外消化率的影响:

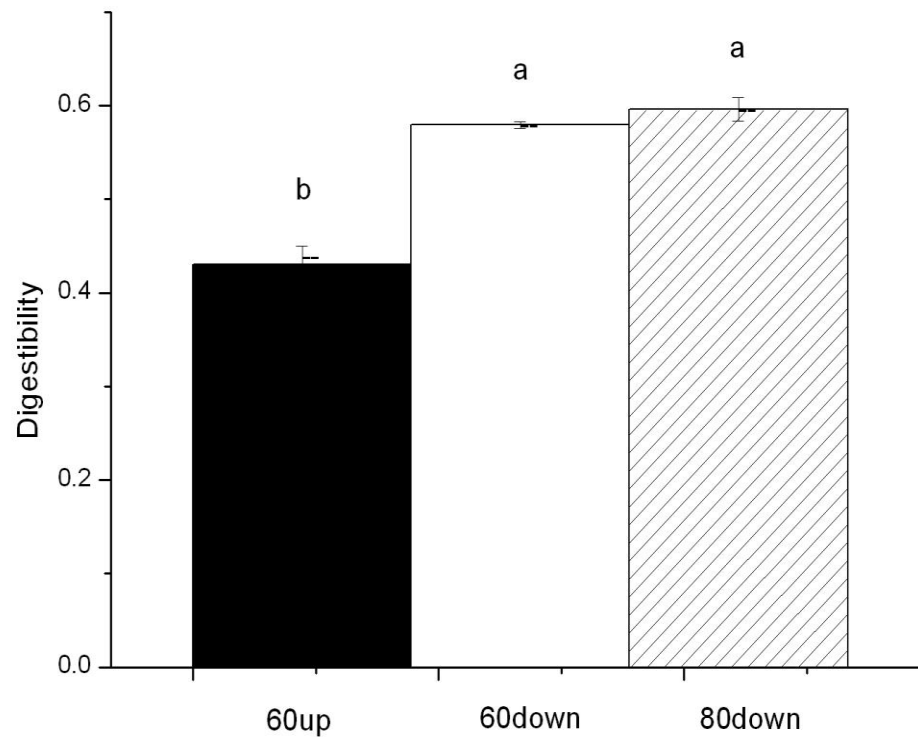
- 粉碎粒度
- 振荡器转速
- 水浴温度
- 消化酶浓度
- 透析液pH

体外消化参数确定



研究结果

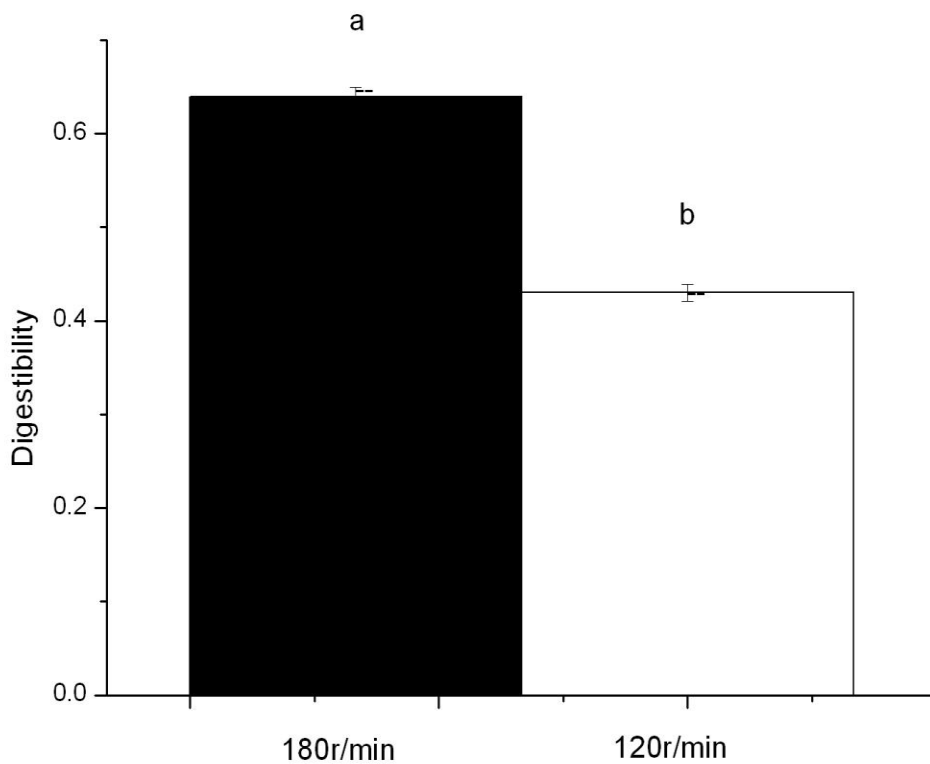
➤ 粉碎粒度：
60目筛上物
和筛下物的
混合物。



研究结果

➤ 振荡器转速:

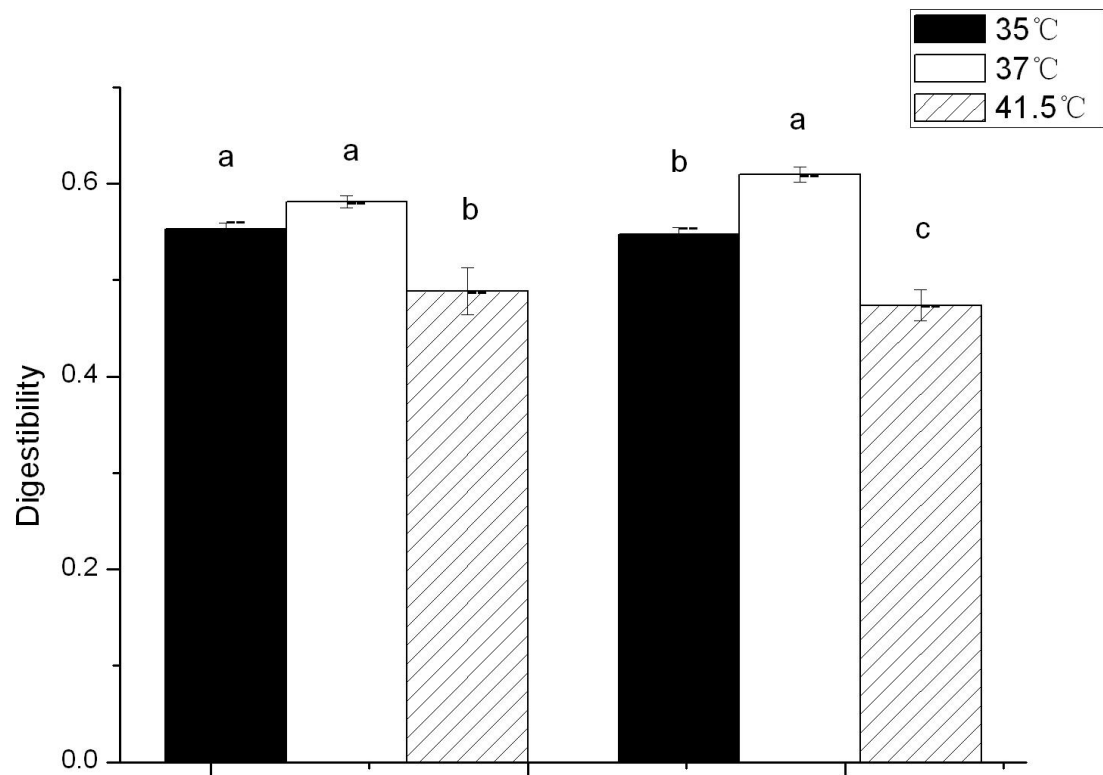
180r/min。



研究结果

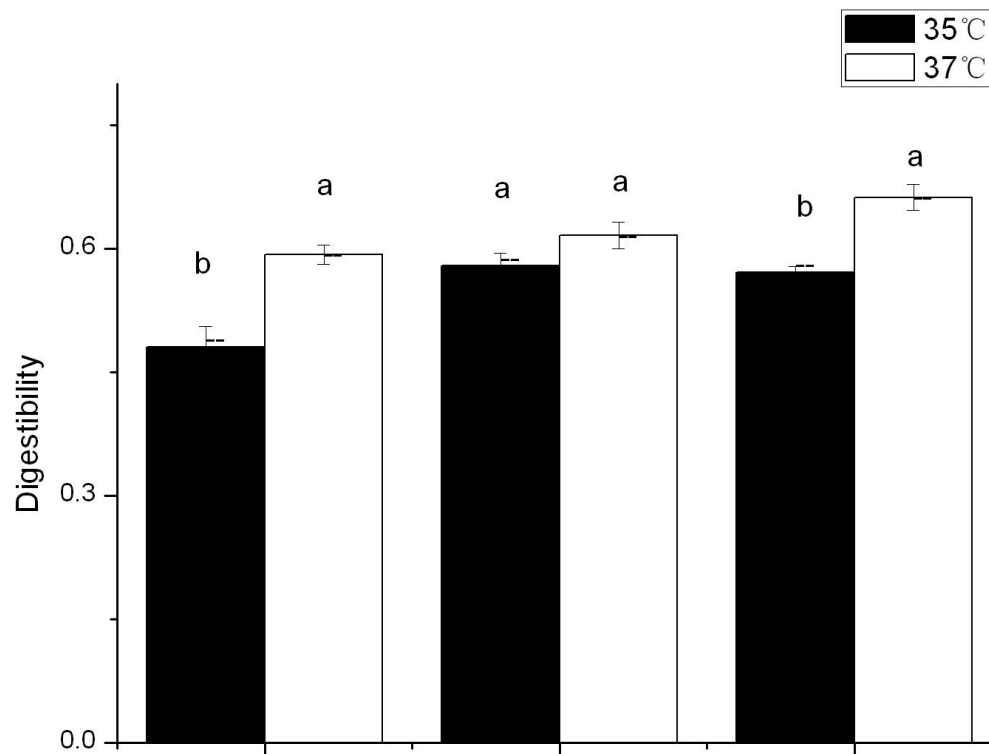
➤ 水浴温度:

35°C 或 37°C。



研究结果

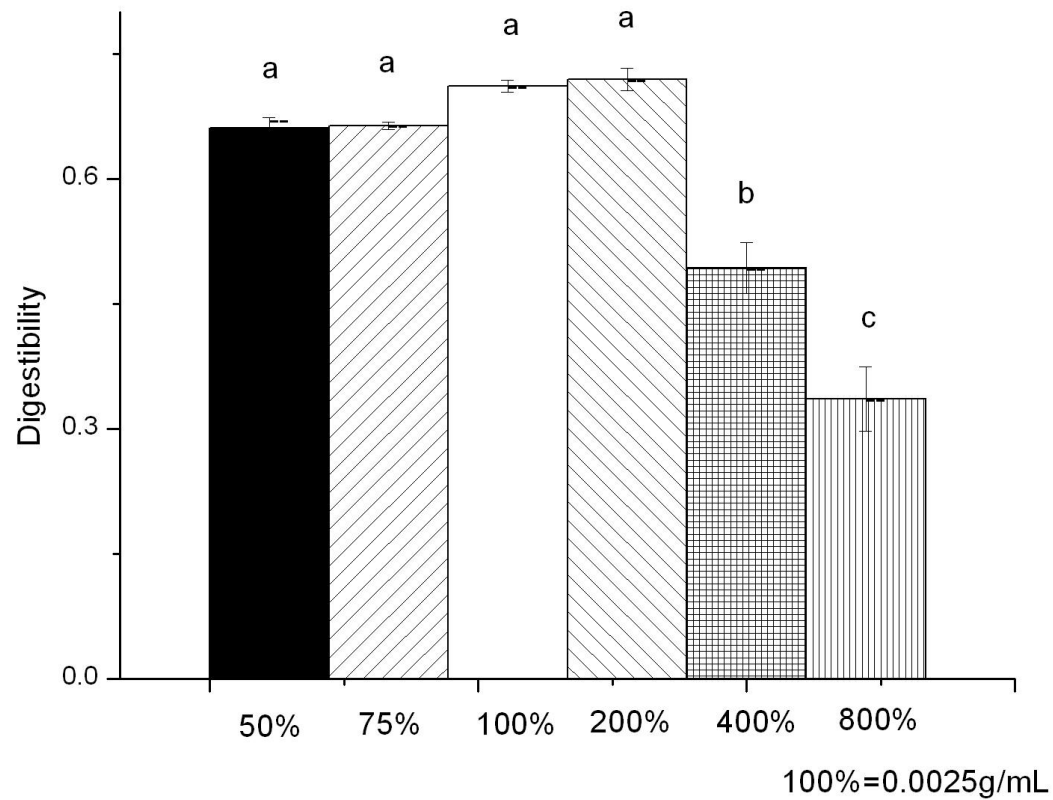
► 水浴温度：
37℃。



研究结果

➤ 消化酶浓度:

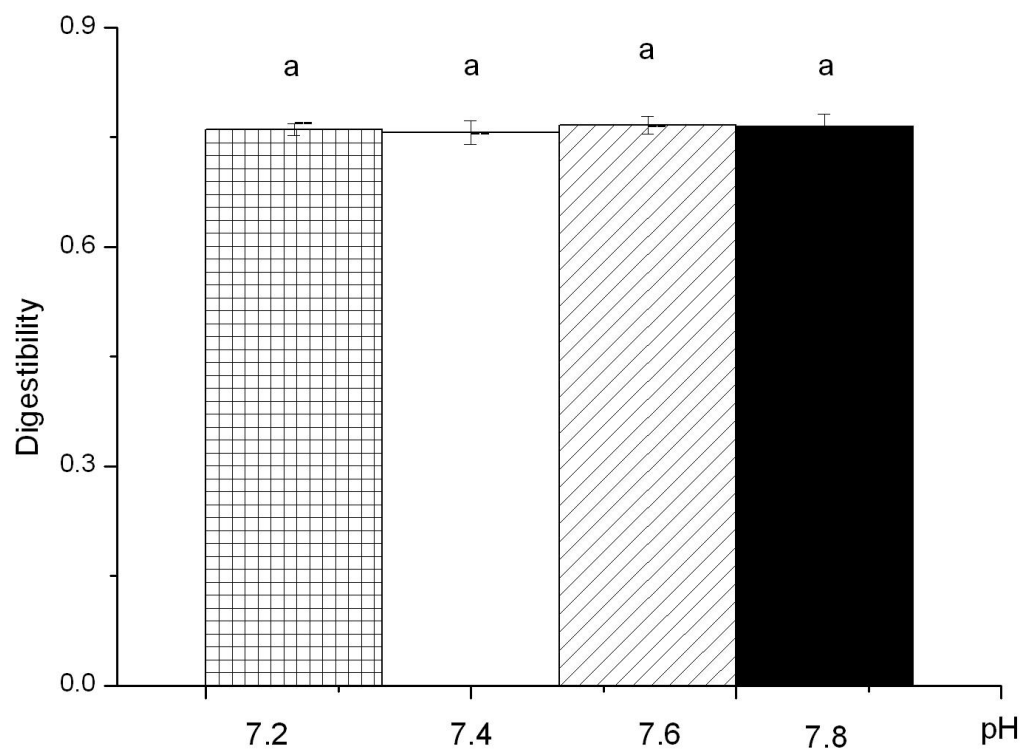
0.0025g/mL



研究结果

► 透析液pH:

7.6





代谢能评定

- 已完成21个玉米样品的代谢试验；



展望

- 建立能量饲料（玉米）有效能（ME）的快速评定方法，提出规程；
- 玉米主产区试验站的合作

致谢

