

枯草表面活性肽 赋能动物**高效生产**

Surfactin Empowering Animals for Efficient Production

王宏博士

北京英惠尔生物技术有限公司

2026年3月26日 南宁

目录 CONTENTS

1

枯草脂肽简介

2

双亲宝的核心功能

3

双亲宝的附带作用

4

双亲宝的应用效果

目录 CONTENTS

1

枯草脂肽简介

2

双亲宝的核心功能

3

双亲宝的附带作用

4

双亲宝的应用效果

1.1 枯草芽孢杆菌在动物体内的作用方式

The mode of action of Bacillus subtilis in animals



1.2 枯草芽孢杆菌产生的代谢物质

Metabolites produced by Bacillus subtilis

其他小分子

铁载体（芽孢菌霉素）、多胺、
类胡萝卜素

聚酮类化合物

杆菌烯（抗细菌）
地非西丁（铁载体）

植物激素与信号分子

细胞分裂素、吲哚-3-乙酸、2,3-丁二醇



酶类（胞外酶）

蛋白酶、淀粉酶、纤维素酶、
几丁质酶

细菌素（核糖体合成）

枯草菌素
Sublancin糖基化抗菌肽

脂肽（非核糖体合成）

表面活性素、伊枯草菌素、杆菌霉素
芬芥素

1.3 关于脂肽的一些信息

Some information about lipopeptides

- 1968年，日本东京大学有马启 (Kei Arima) 教授 及其团队从土壤中分离到一株枯草芽孢杆菌 (Bacillus subtilis, 编号为IAM 1213) ， 培养时发酵液大量起泡， 暗示菌株产生了表面活性物质， 后来经过分离、 纯化、 结构解析， 把这种物质命名为**表面活性素 (Surfactin)** ， 这是人类发现的第一个环状脂肽；
- 同一菌种不同菌株， 可以产生一种或多种脂肽；
- 不同菌种也可以产生同一种脂肽；
- *B.subtilis* 通过非核糖体途径合成脂肽， 单组分相对分子量1000Da左右， 肽链氨基酸残基数6-13之间， 脂肪链碳原子数12-19之间；
- 根据结构和特征， 可将脂肽分为**三大家族**：

1.4 脂肽家族 Lipopeptide Family

脂肽家族

1 伊枯草菌素家族

Iturin

伊枯草菌素、杆菌霉素、抗霉枯草菌素

抗真菌

2 表面活性素家族

Surfactin

表面活性素、地衣素
乳化作用、抗细菌/病毒

3 芬芥素家族

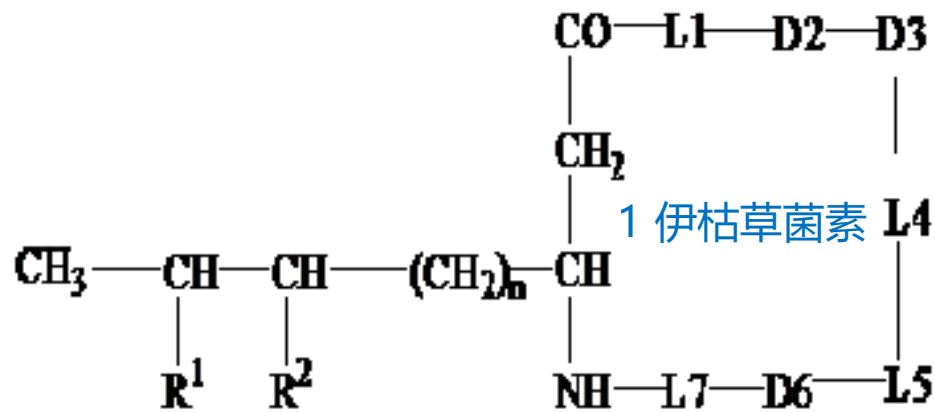
Fengycin

芬芥素A/B

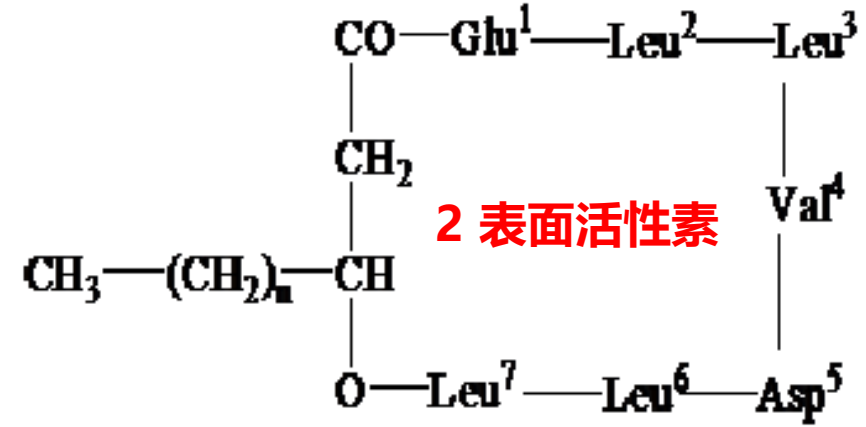
抗真菌

研究最透彻的模式分子

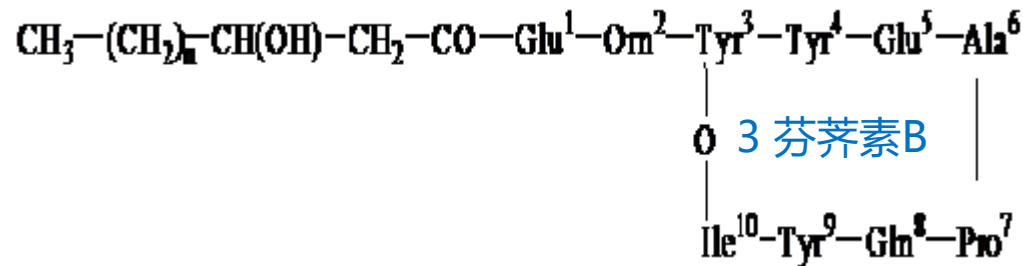
1.5 脂肽分子结构 Lipopeptide molecular structure



7个 (2种) 氨基酸残基 (L、D) , 脂肪酸链C14-17



7个 (4种) 氨基酸残基 (E、D、L、V) , 脂肪酸链C13-17



10个 (7种) 氨基酸残基 (O、E、I、P、Q、V、Y) , 脂肪酸链C14-18

1.6 表面活性素 (Surfactin) 四大核心功能

The Four Core Functions of Surfactin

强大的生物表面活性

它能将水的表面张力从72 mN/m降低到27 mN/m左右，是自然界最强的生物表面活性剂之一。这也是其名称的由来，并被应用于微生物采油、农药增效和日化产品中。

形成离子通道与抗菌

表面活性素不是直接溶解细胞膜，而是通过两亲性结构插入膜的脂质双层中，像“楔子”一样干扰膜的有序性。通常与磷脂分子形成混合胶束，或在膜上组装成离子通道，导致离子（如K⁺、Ca²⁺）泄漏，细胞死亡。此外，它还能高效裂解红细胞（溶血性），这是鉴定该类物质的重要指标。

 01 03 02 04

生物膜作用

抑制其他病原菌生物膜的形成，驱散已经成熟的生物膜，使病原菌恢复对常规抗生素的敏感性。促进益生菌生物膜的形成。

信号分子与协同作用

表面活性素是群体感应的信号分子，可调控其他基因表达。它还能通过与伊枯草菌素等协同作用，大幅增强整体抗菌效果。

目录 CONTENTS

1

枯草脂肽简介

2

双亲宝的核心功能

3

双亲宝的附带作用

4

双亲宝的应用效果

2.1 枯草表面活性肽和双亲宝的由来

The origin of surfactin and SQB

- 2021年8月，北京英惠尔与清华大学化工系签约微生态项目---**枯草表面活性素产业化开发与应用研究**；
- 筛选天然枯草芽孢杆菌菌株（来自南海底泥），采用合成生物学的方法创制而成；
- 枯草表面活性素（Surfactin）由肽环与脂肪酸链构成，在申报新饲料时，我们重新把它命名为“**枯草表面活性肽（简称枯草肽）**”，**双亲宝（SQB）是它的商品名**；
- 枯草表面活性肽是一种微生物类脂，在油脂乳化、脂类代谢、免疫调节和抑制病原方面发挥重要作用。



项目签约日期：2021年8月9日

“微生物类脂的高效生物制造与农业创新应用”项目

Efficient Biomanufacturing of Microbial Lipids and Innovative Agricultural Applications

通过了中国轻工业联合会科技成果鉴定，项目整体达到国际领先水平。

该项目由清华大学化工系联合北京英惠尔生物技术有限公司等4家单位共同完成，2024年1月20日通过鉴定。

获授权国家发明专利 15 件；制订企业标准 5 项；发表论文 46 篇，研制的饲料添加剂新产品已远销美欧亚非 40 多个国家和地区，类脂生物刺激素新产品已用于 20 多个地区的 40 多种作物，经济、社会和生态效益显著。

鉴定委员会一致认为项目整体达到国际领先水平，同意通过鉴定。

鉴定委员会主任委员（签字）：

鉴定委员会副主任委员（签字）：

2024年1月20日

《微生物类脂的高效生物制造与农业创新应用》科技成果鉴定会



等多重功效的作用机制，创制了富含脂肽的饲用枯草芽孢杆菌后生元饲料添加剂；完成了表面活性素的安全性和有效性评价；分别针对家畜、家禽和水产动物的生理、生长和生产特性，研发了差异化精准配方技术及含油配方饲料表面活性素微乳化关键技术，成功开发 5 款新产品。

3. 开拓了微生物类脂生物刺激素新品类，揭示了微生物脂肽具有“改土-调菌-抗逆促生”的三重功效；研发了类脂生物刺激素配方和剂型制备技术，创制类脂生物刺激素新产品 4 款；建立了基于类脂生物刺激素的精准施用技术，在全国不同地区开展了大量田间试验，具有显著的广谱抗逆促生、增产提质效果。

获授权国家发明专利 15 件；制订企业标准 5 项；发表论文 46 篇，研制的饲料添加剂新产品已远销美欧亚非 40 多个国家和地区，类脂生物刺激素新产品已用于 20 多个地区的 40 多种作物，经济、社会和生态效益显著。

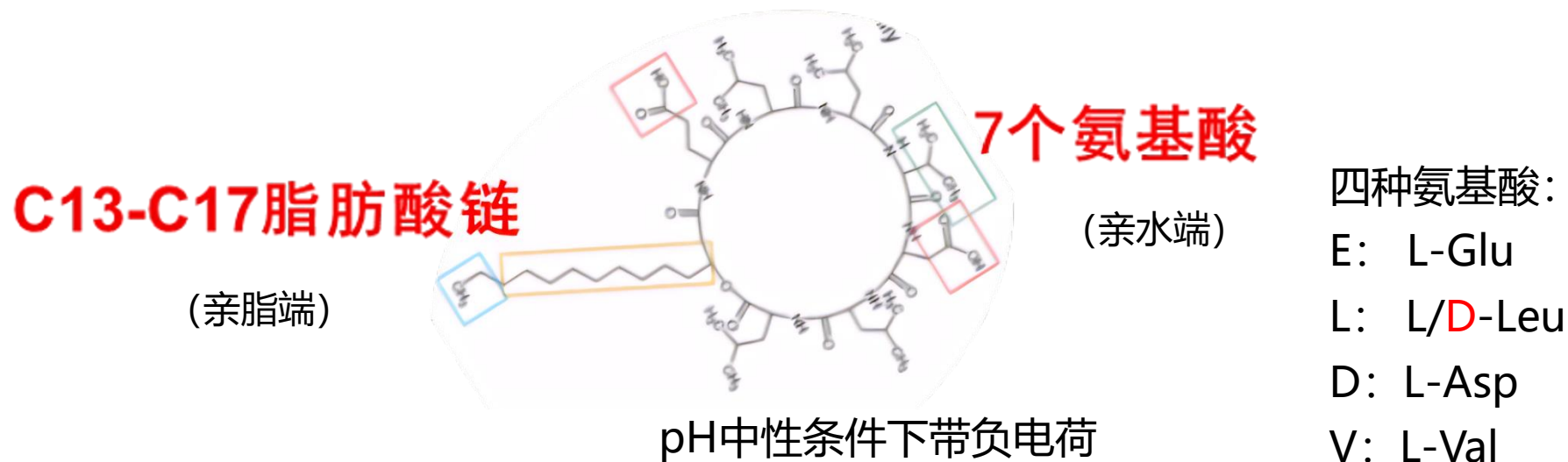
鉴定委员会一致认为项目整体达到国际领先水平，同意通过鉴定。

鉴定委员会主任委员（签字）：

鉴定委员会副主任委员（签字）：

2024年1月20日

2.2 枯草表面活性肽的结构 Structure of surfactin



通用名称	分子式	相对分子质量	结构式
枯草表面活性肽Srf1	$C_{51}H_{89}N_7O_{13}$	1008	$CH_3-(CH_2)_9-CH-CH_2-CO-Glu-Leu-Leu-Val-Asp-Leu-Leu$ <div style="text-align: center;"> } O </div>
枯草表面活性肽Srf2	$C_{52}H_{91}N_7O_{13}$	1022	$CH_3-(CH_2)_{10}-CH-CH_2-CO-Glu-Leu-Leu-Val-Asp-Leu-Leu$ <div style="text-align: center;"> } O </div>
枯草表面活性肽Srf3	$C_{51}H_{89}N_7O_{13}$	1008	$CH_3-(CH_2)_{10}-CH-CH_2-CO-Glu-Val-Leu-Leu-Asp-Leu-Val$ <div style="text-align: center;"> } O </div>
枯草表面活性肽Srf4	$C_{53}H_{93}N_7O_{13}$	1036	$CH_3-(CH_2)_{11}-CH-CH_2-CO-Glu-Leu-Leu-Val-Asp-Leu-Leu$ <div style="text-align: center;"> } O </div>

2.3 枯草表面活性肽的生物合成 Biosynthesis of surfactin

非核糖体肽合成酶（NFPS）催化合成



枯草表面活性肽的合成受群体感应系统的严格调控，
当群体密度达到阈值时才会启动合成。

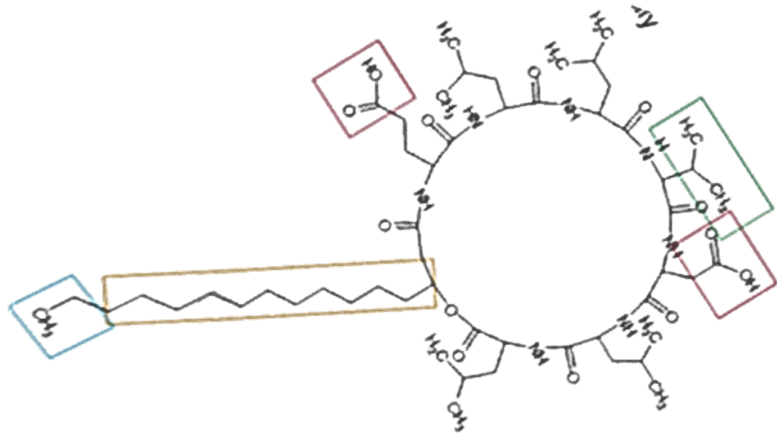
枯草表面活性肽发酵水平现状

Current status of fermentation level in surfactin

生产菌株	改造策略	产量 (g/L)	完成单位
<i>B. subtilis</i> THY-7	合成酶启动子替换	3.87	南京农业大学(2009)
<i>B. subtilis</i> 3A38	合成酶启动子替换	0.62	卡尔斯鲁厄理工学院(2016)
<i>B. subtilis</i> THY-7/Pg3-srfA	合成酶启动子替换	9.74	清华大学(2017)
<i>B. subtilis</i> CWS1	发酵过程优化	3.8	中兴大学(2017)
<i>B. subtilis</i> 168S35	合成途径强化	12.8	江南大学(2019)
<i>B. subtilis</i> TS1726Y	增强脂肪酸前体供应	13.4	清华大学(2019)
<i>B. subtilis</i> THBS-2	发酵工艺过程优化	>34	清华大学(2020)
<i>B. subtilis</i> CGMCC 24947)	分子改造、培养基、工艺优化等	>70	英惠尔 (2025) 产业化水平

2.4 枯草表面活性肽的特性

Characteristics of surfactin



01
稳定性



03
润湿性



05
抗菌特性



02



两亲性

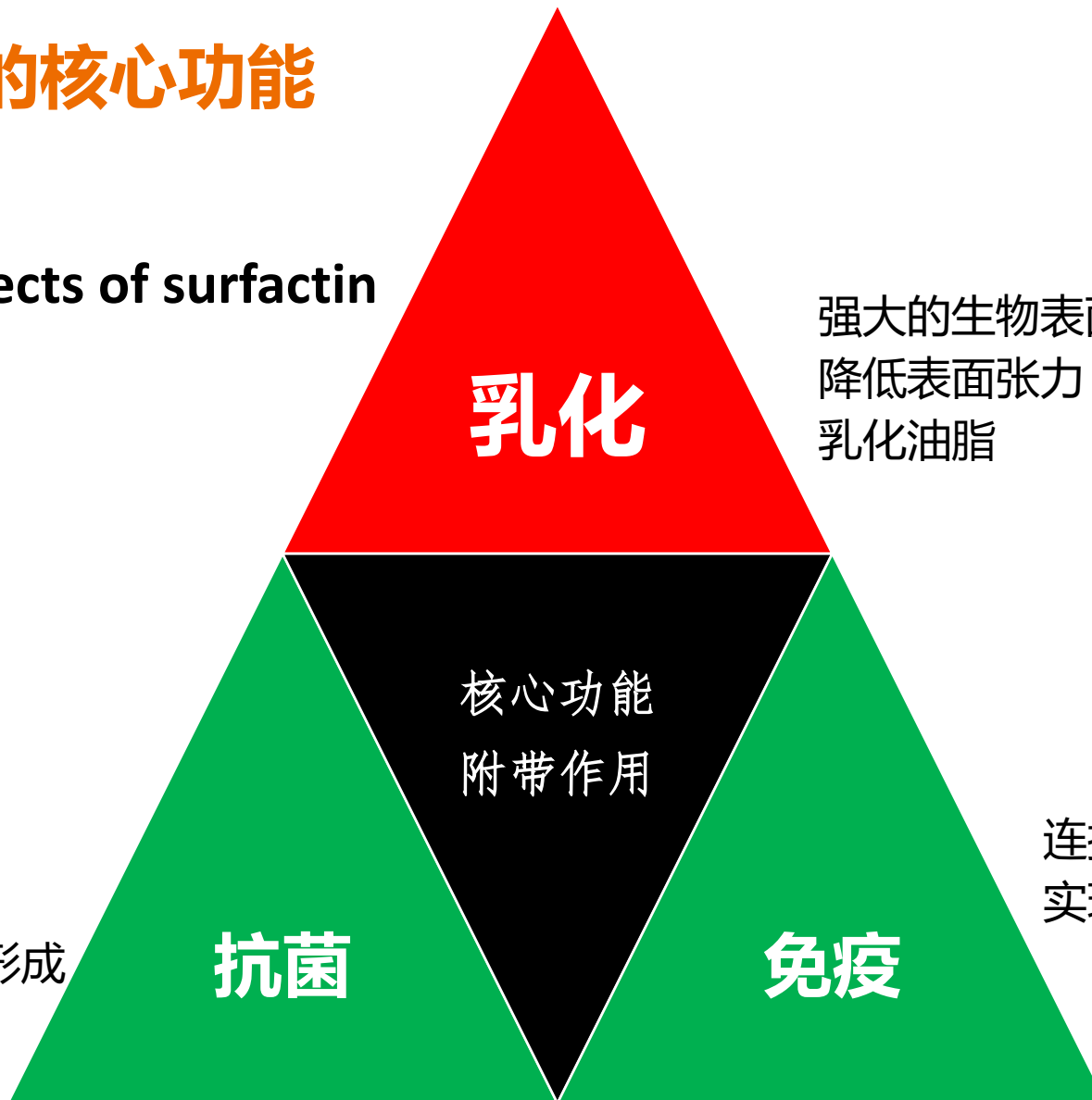
04



免疫特性

2.5 枯草表面活性肽的核心功能与附带作用

Core Functions and Side Effects of surfactin



强大的生物表面活性
降低表面张力
乳化油脂

抗细菌、病毒、球虫
抑制/破坏病原菌的生物膜
增强益生菌的群体感应与生物膜形成

连接天然免疫与适应性免疫
实现炎症的双向调节

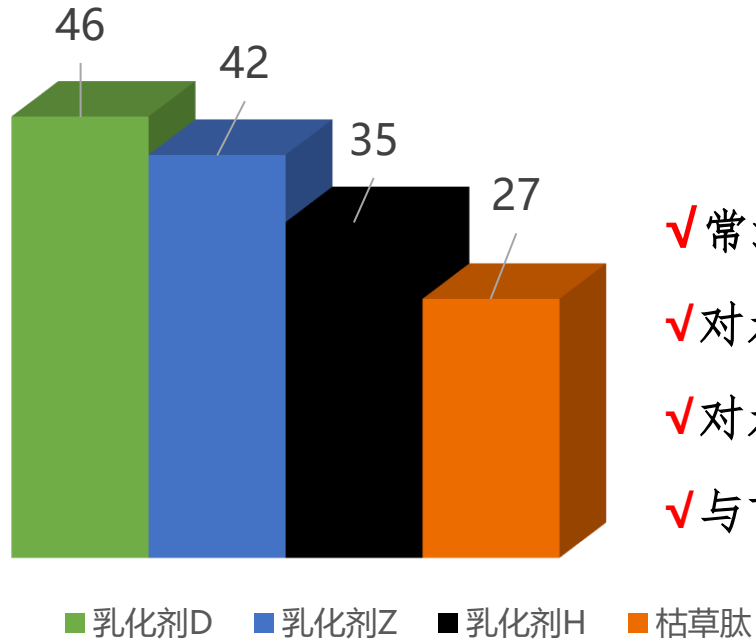


2.6 评价乳化剂乳化能力的三个指标

Three indicators for evaluating the emulsifying ability of emulsifiers

2.6.1 对水的表面张力的降低程度

The degree of reduction in the surface tension of water



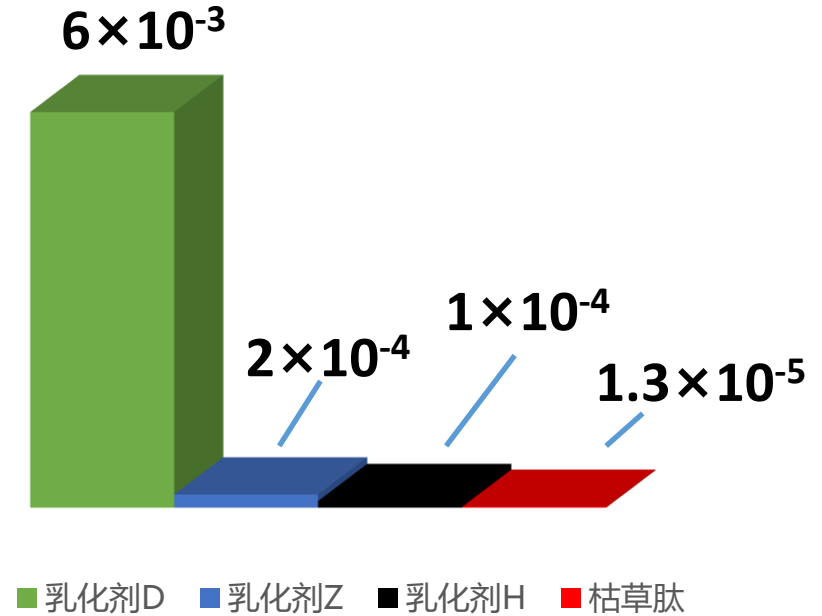
- ✓ 常温下水的表面张力是72 mN/m;
- ✓ 对水的表面张力降的越低，油越容易分散在水中；
- ✓ 对水的表面张力降的越低，微溶和难溶物质越容易溶解在水中；
- ✓ 与市场同类产品对比，枯草肽对水的表面张力降的最低，预示乳化能力更强。

表面张力 ST (mN/m)

2.6.2 临界胶束浓度 (CMC)

Critical Micelle Concentration

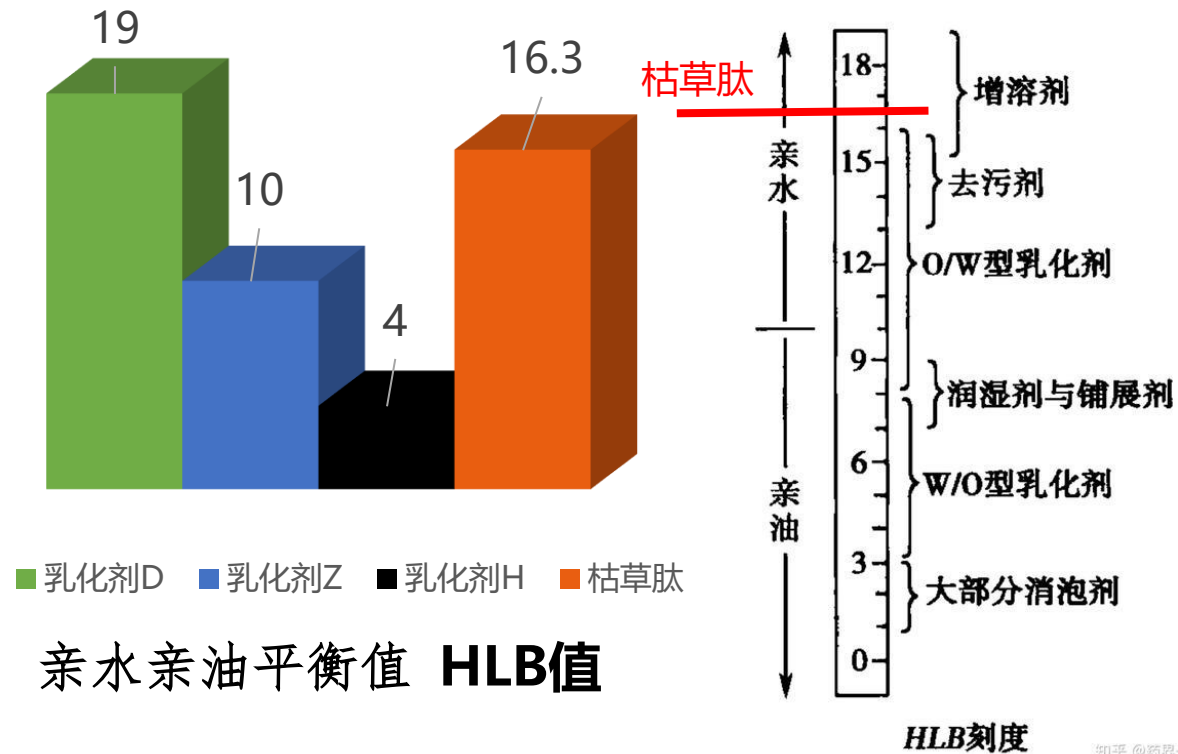
- 胶束 (micelles)：表面活性剂在溶液中达到一定浓度时，疏水部分相互吸引形成的缔合体。它将非极性物质包裹在内部，使其在水中形成悬浮液。
- CMC代表形成胶束的最低浓度，浓度越低，越容易形成胶束；
- 枯草肽的CMC是其他乳化剂的1/10-1/100；
- 说明枯草肽更容易乳化、更容易促进脂肪吸收；
- 因为脂肪的水解产物（长链脂肪酸和甘油一酯）只有形成胶束才能吸收到达肠上皮细胞。



临界胶束浓度 CMC (mol/L)

2.6.3 亲水亲油平衡值 (HLB值)

Hydrophilic-lipophilic balance value



- HLB值代表乳化剂对油和水的综合亲和力；
- HLB值10以上，亲水的能力大于亲油的能力，适合水系中乳化，属于水包油（O/W）；
- 肠道是水环境，应选择HLB值大于10的乳化剂；
- 由于胶束的形成产生了增溶作用，枯草肽也是一种增溶剂。

综合上述三个指标不难看出，**枯草肽的乳化能力最强！**

2.7 双亲宝的乳化效果



静置3小时



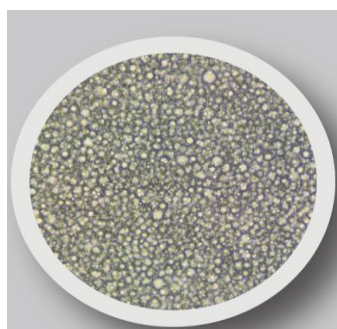
静置过夜



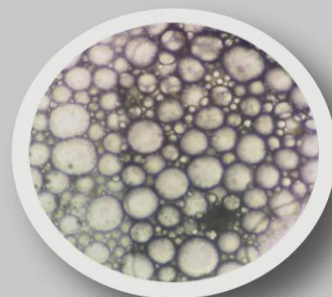
静置7小时

空白 竞品A 竞品B 双亲宝

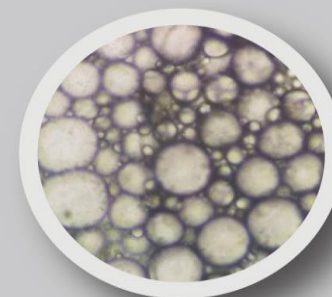
乳化系数 > 70%
(乳化层高度 / 液面总高度)



双亲宝®



市场同类产品1



市场同类产品2

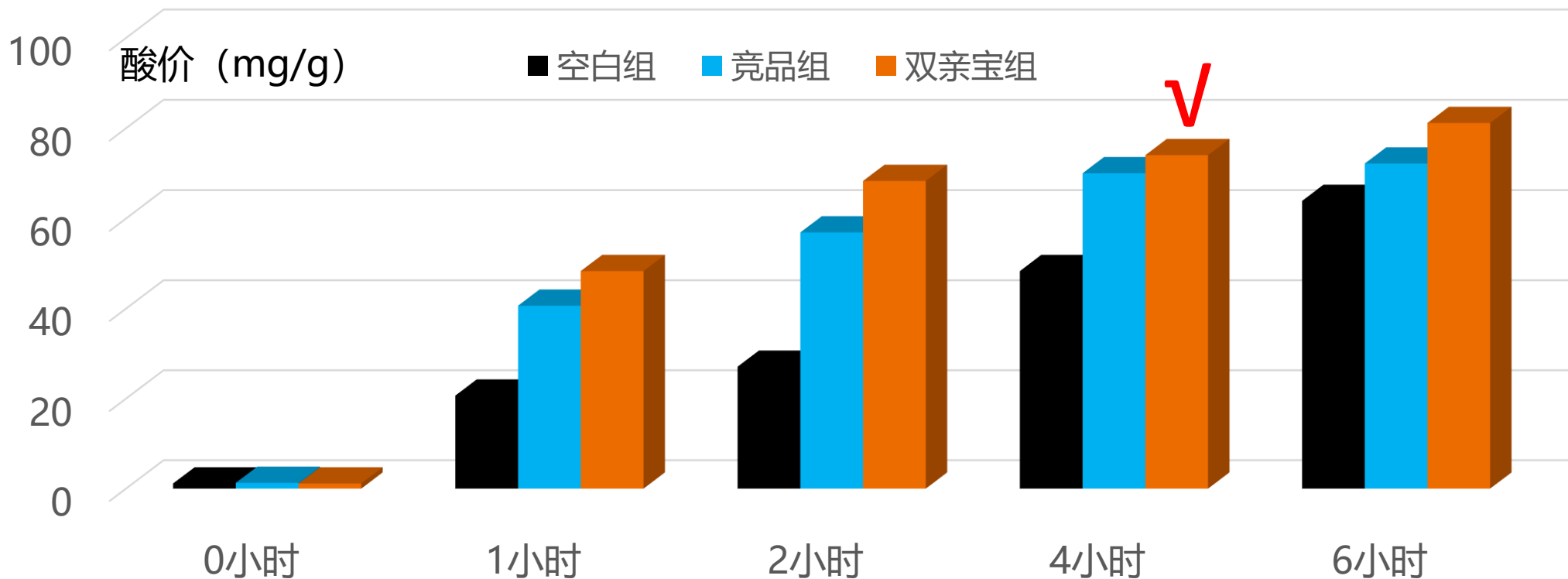
显微镜下观察，双亲宝®可见油滴微粒更多，粒径更小，乳化能力更强。

双亲宝乳化后形成稳定的乳液，不分层。乳化后脂肪球的数量多，粒径小，达到了牛奶的级别。

2.8 不同乳化剂对脂肪酶水解脂肪的影响

The effects of different emulsifiers on lipase hydrolysis of fats

脂肪酶水解脂肪释放出游离脂肪酸，使酸价升高。用酸价衡量脂肪酶水解脂肪的效率，从而间接衡量乳化效果。

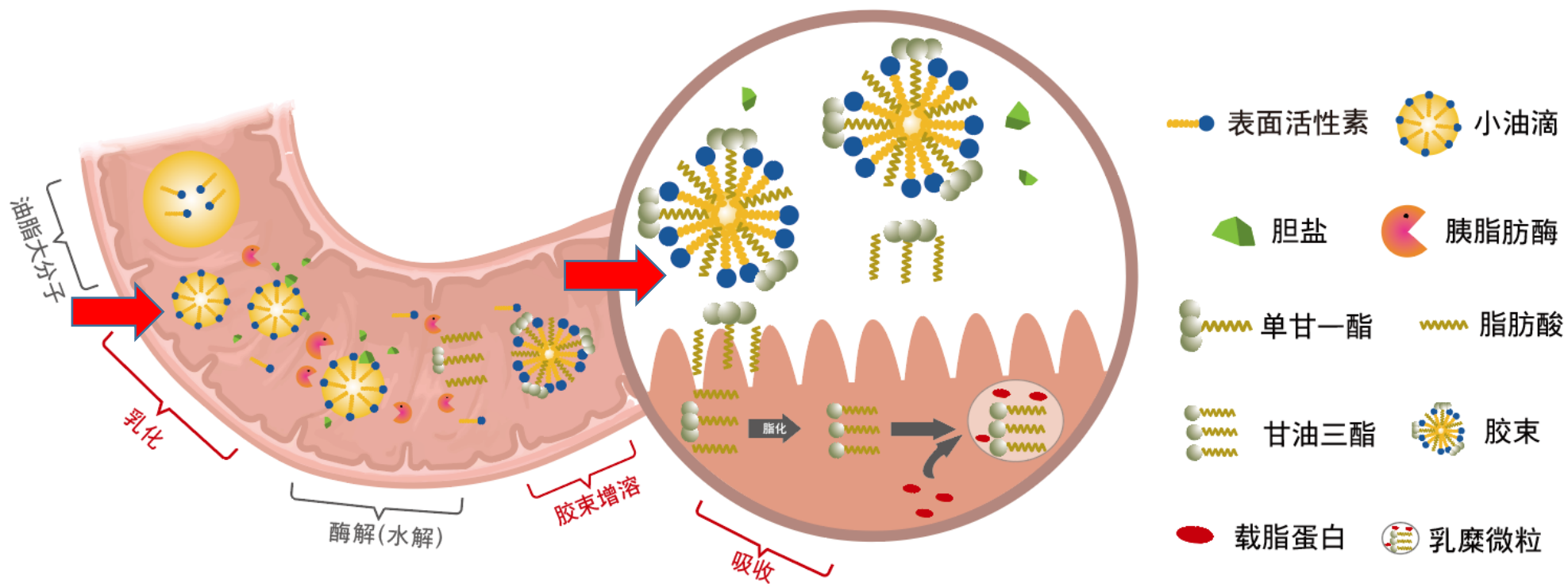


以水解4h为例，双亲宝组比空白组和竞品组酸价分别提高了53%、5.7%。

2.9 双亲宝在脂肪消化和吸收过程中起了“2个作用”：

SQB plays two roles in the process of fat digestion and absorption

一是乳化，把大油滴分散成小油滴，增加了脂肪酶的接触面积，促进了脂肪酶的水解；
二是吸收，把水解产物凝聚成水溶性复合物（混合微团，微胶粒），穿过粘膜层，吸收到达肠上皮细胞。



目录 CONTENTS

1

枯草脂肽简介

2

双亲宝的核心功能

3

双亲宝的附带作用

4

双亲宝的应用效果

3.1 枯草表面活性肽的免疫调节作用

Immunomodulatory Effects of Surfactin

-----作为免疫调节肽发挥作用

- 报警、启动和放大免疫反应（招募免疫细胞，促进炎症）；
- 调节免疫反应的强度与消退（双向调节）；
- 作为桥梁，连接天然免疫与适应性免疫；
- 对免疫细胞的直接作用（趋化、调节存活、影响B细胞活化）。



说白了，免疫反应这场战争什么时候打、打多大、谁来参与、什么时候停止，枯草表面活性肽有重要的话语权和调控能力。

3.2 枯草芽孢杆菌的“地盘争夺战”和“信息战”

The Chassis Battle and Information Warfare of Bacillus subtilis

- 1 竞争性排斥 (抢占空间/营养)
占据物理空间和营养物质
- 2 分泌抗菌物质 (直接火力轰炸)
枯草表面活性肽、其他水解酶



- 3 群体感应淬灭 (降解信号/干扰通讯/制造假情报/切断指挥)

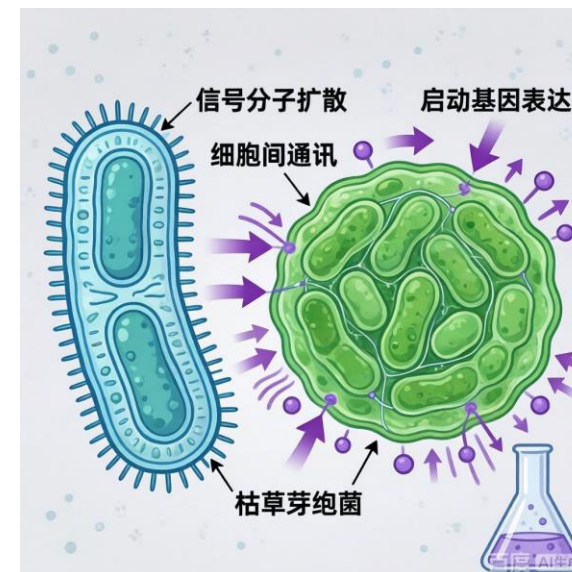
产生信号分子降解酶 (例如酰基高丝氨酸内酯酶AiiA)、类似物 (假信号)



3.3 枯草表面活性肽在群体感应中的全面作用

Comprehensive Role of Surfactin from *Bacillus subtilis* in Quorum Sensing

- 1 群体感应信号增效剂（信号摄取与扩散）
- 2 直接参与群体感应系统的调控
- 3 调控**生物膜**形成和群体行为
- 4 与其他群体感应系统交叉对话（降解或屏蔽其他信号分子）
- 5 协同其他脂肽的调控网络（如fengycin、iturin）



（信号分子增效剂/调节因子；影响生物膜形成/群体行为）



3.4 生物膜的作用 Biofilm Functions

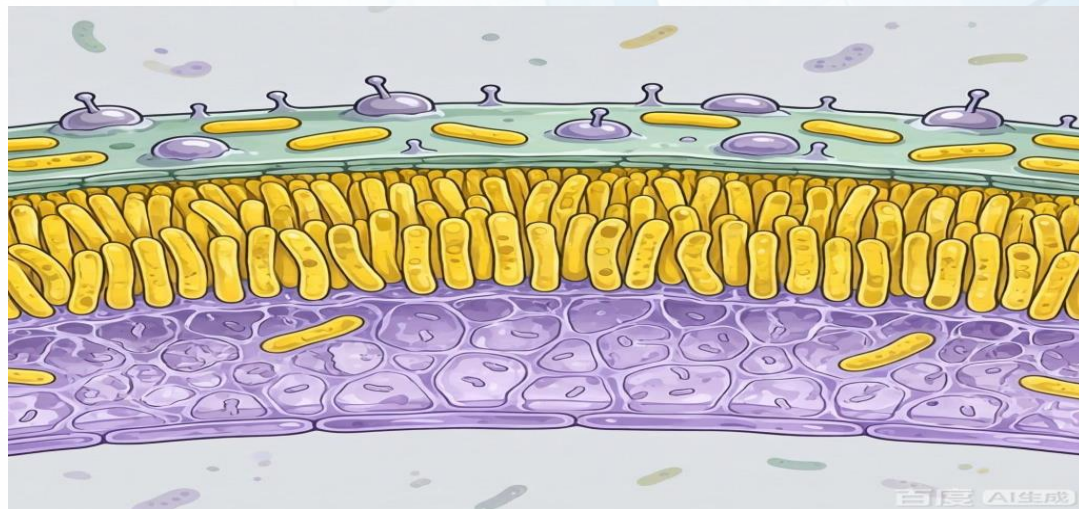


病原菌的生物膜的作用

增强耐药性
协同致病
持续感染

益生菌生物膜生物作用

增强定植能力
提供保护屏障
竞争性排斥
维持微生态平衡

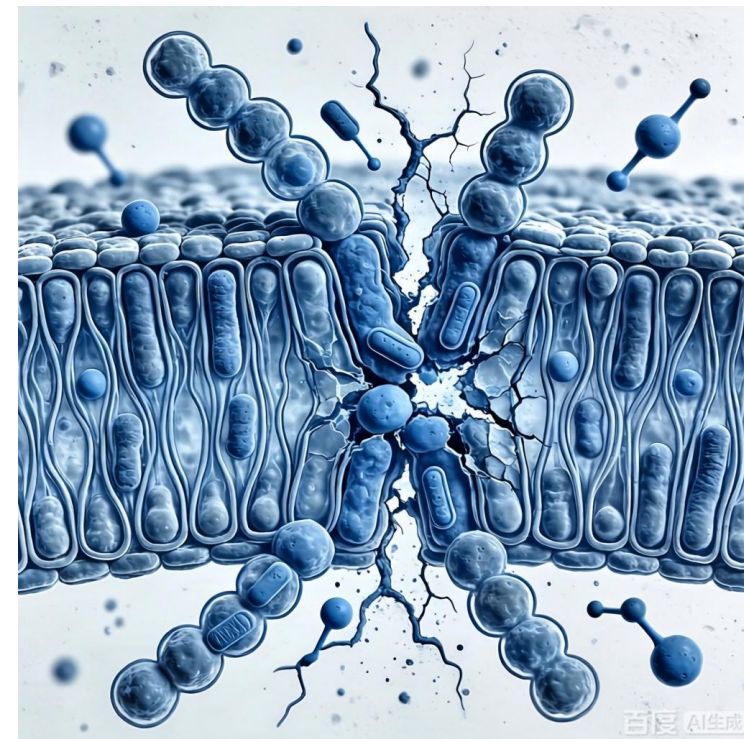


3.5 枯草表面活性肽抑菌机制：地毯式炸弹，霰弹枪，化学武器

Antibacterial Mechanism of Surfactin: Carpet Bomb, Shotgun, Chemical Weapons

- 带**负电荷**的环肽与G⁺病原菌带**正电荷**的细胞膜结合，脂肪酸链像利剑一样插入细胞膜的脂质双层中，形成离子通道，膜电位改变，内容物泄露，细菌凋亡。

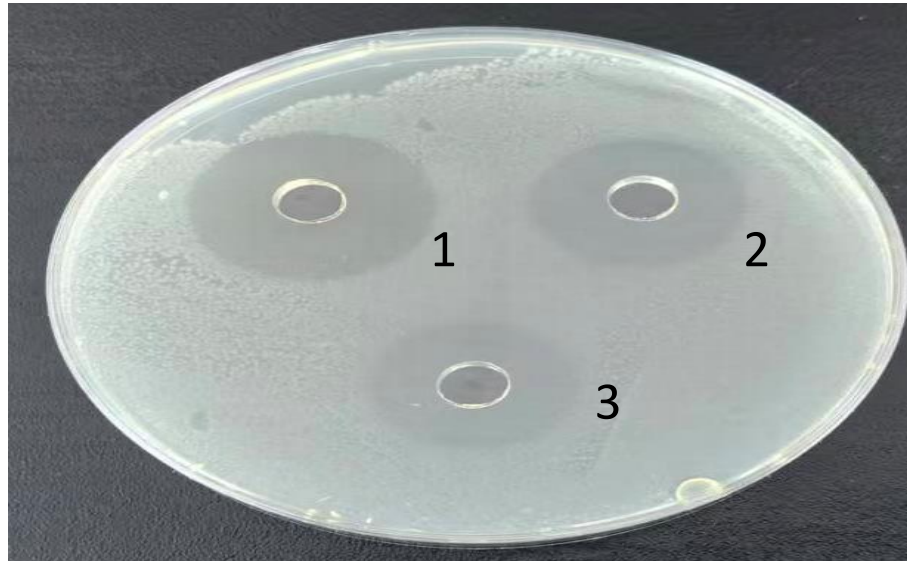
(乱箭刺杀，破膜穿孔)



水溶性枯草肽（无油）的抑菌效果（琼脂扩散法）

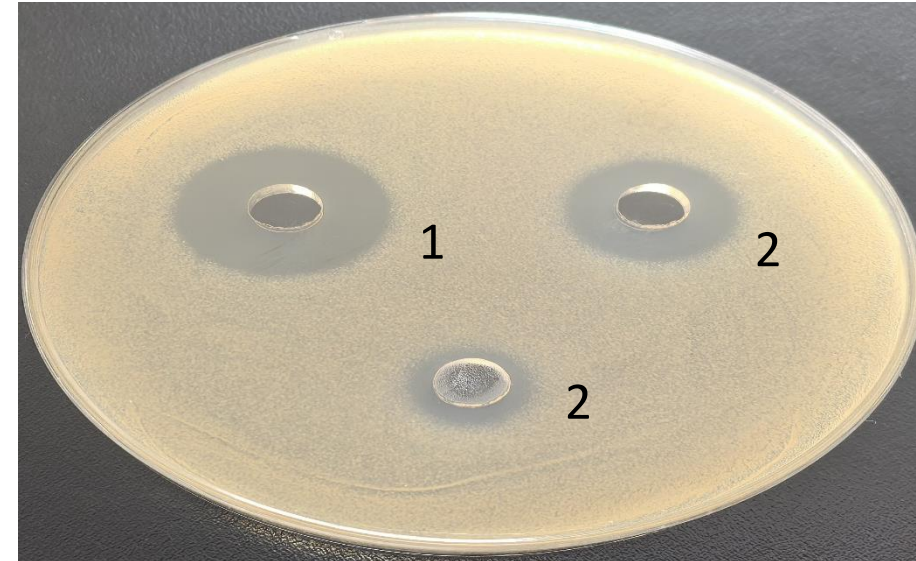
Antibacterial Effect of Water-Soluble Surfactin (Oil-Free) (Agar Diffusion Method)

产气荚膜梭菌TACC13124



样品编号	样品浓度	抑菌圈直径
1	10%	25 mm
2	5%	21 mm
3	1%	20 mm

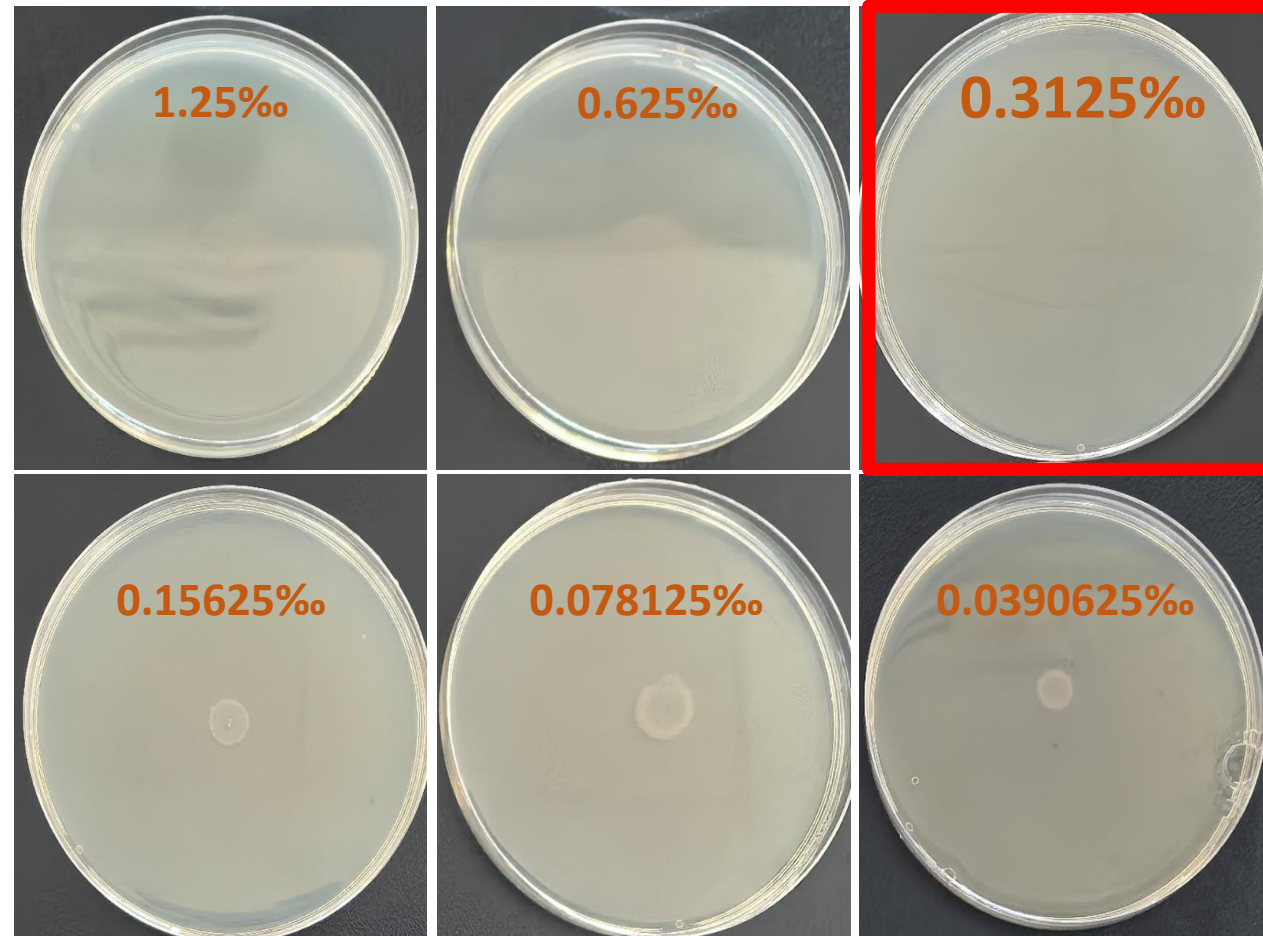
金黄色葡萄球菌26001



样品编号	样品浓度	抑菌圈直径
1	10%	21 mm
2	1%	17 mm
3	0.1%	11 mm

枯草肽 (有油) 对产气荚膜梭菌 (ATCC13124) 的MIC (琼脂稀释法)

Surfactin (with oil) MIC (agar dilution method) for Clostridium perfringens (ATCC13124)

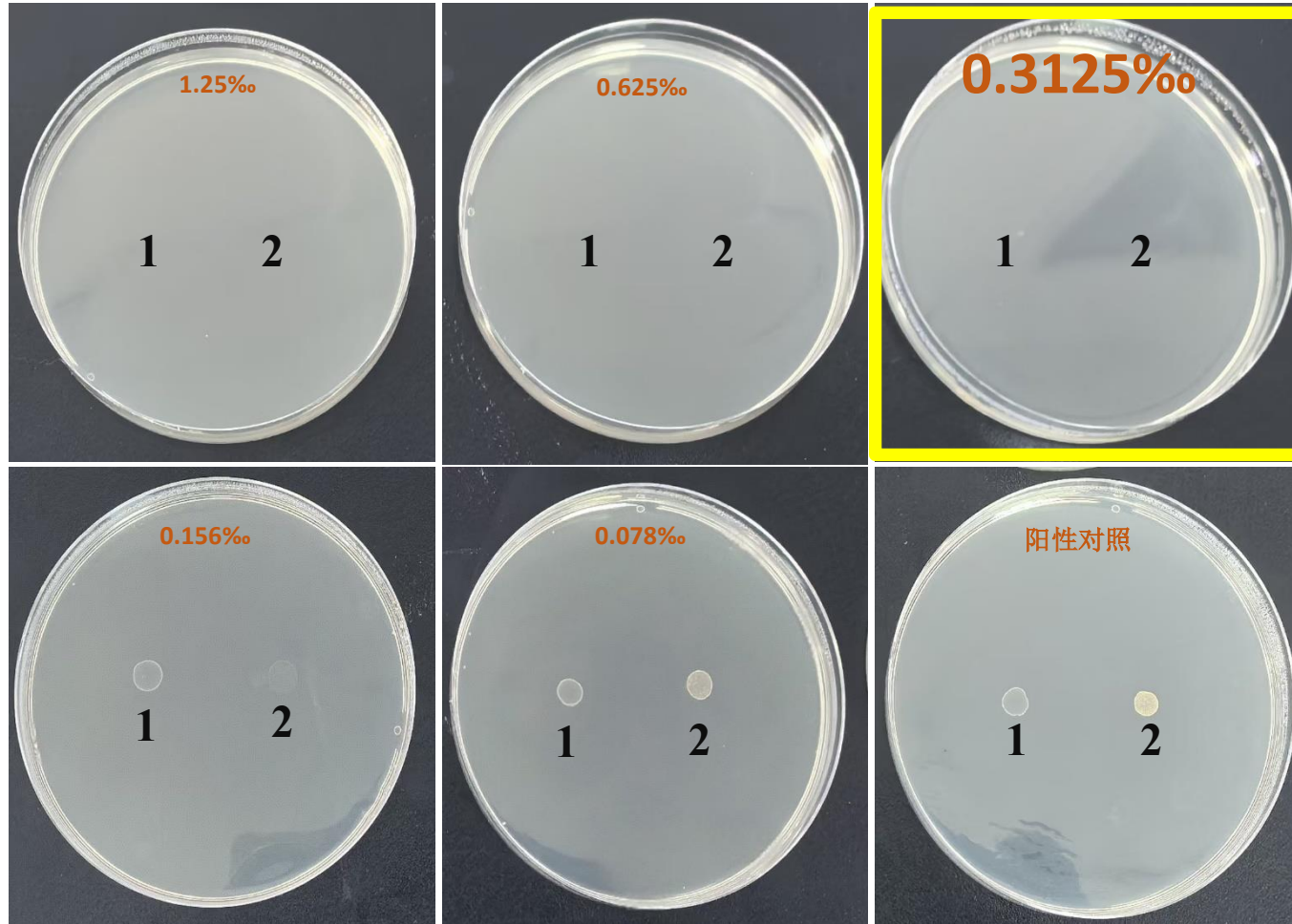


结果显示, 枯草肽产品
对产气荚膜梭菌
ATCC13124的MIC为
0.3125%。

**312.5 μ g/mL 或
312.5 mg/kg**

枯草肽 (有油) 对金黄色葡萄球菌和无乳链球菌的MIC (琼脂稀释法)

Surfactin (with oil) MIC for Staphylococcus aureus and Streptococcus agalactiae (agar dilution method)



结果显示, 枯草肽产品对金黄色葡萄球菌26001和无乳链球菌的MIC0.3125‰。

**312.5 μ g/mL 或
312.5mg/kg**

1: 金黄色葡萄球菌26001

2: 无乳链球菌

枯草表面活性肽的抗病毒机制（尤其是囊膜病毒）

Antiviral mechanism of surfactin (especially enveloped viruses)

例如：抑制流行性腹泻病毒（PEDV）向小肠上皮细胞入侵。

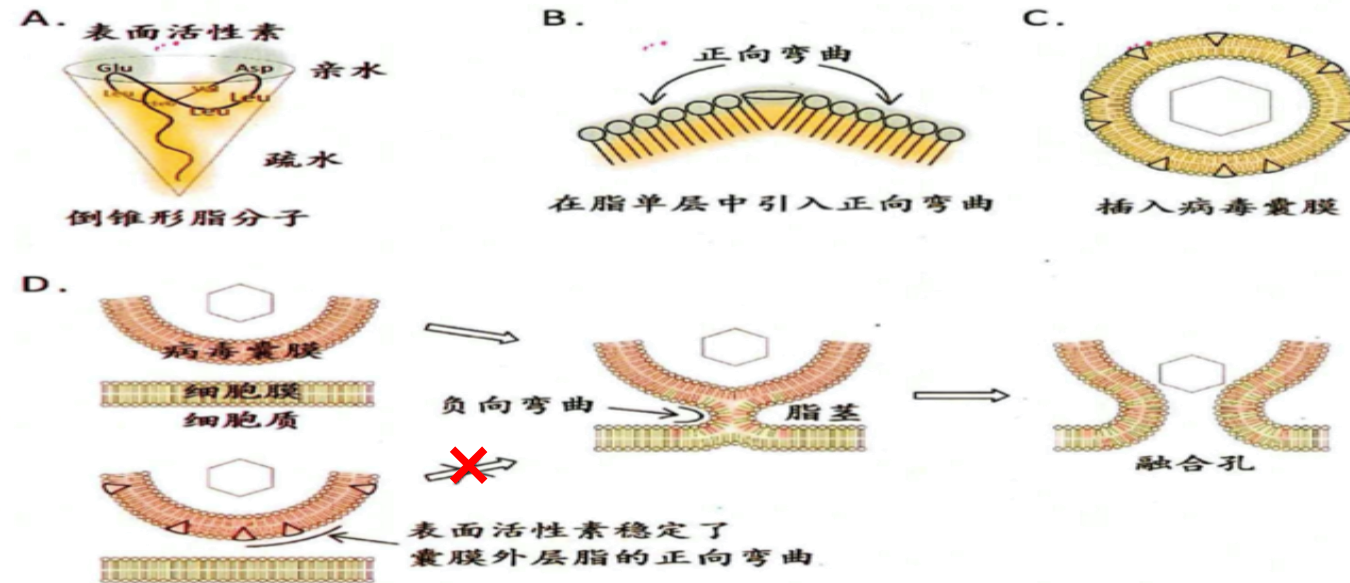
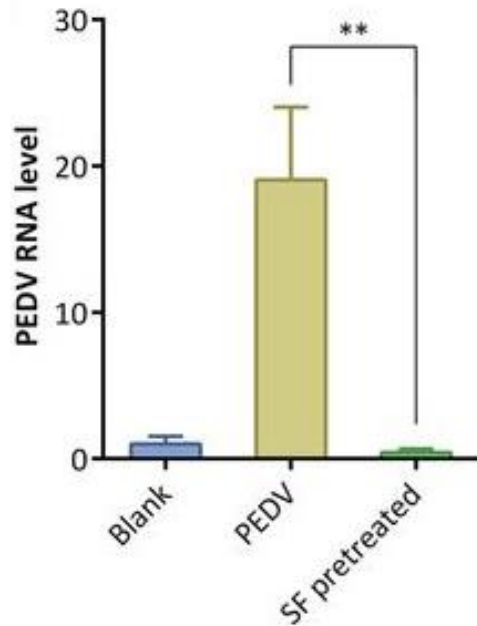


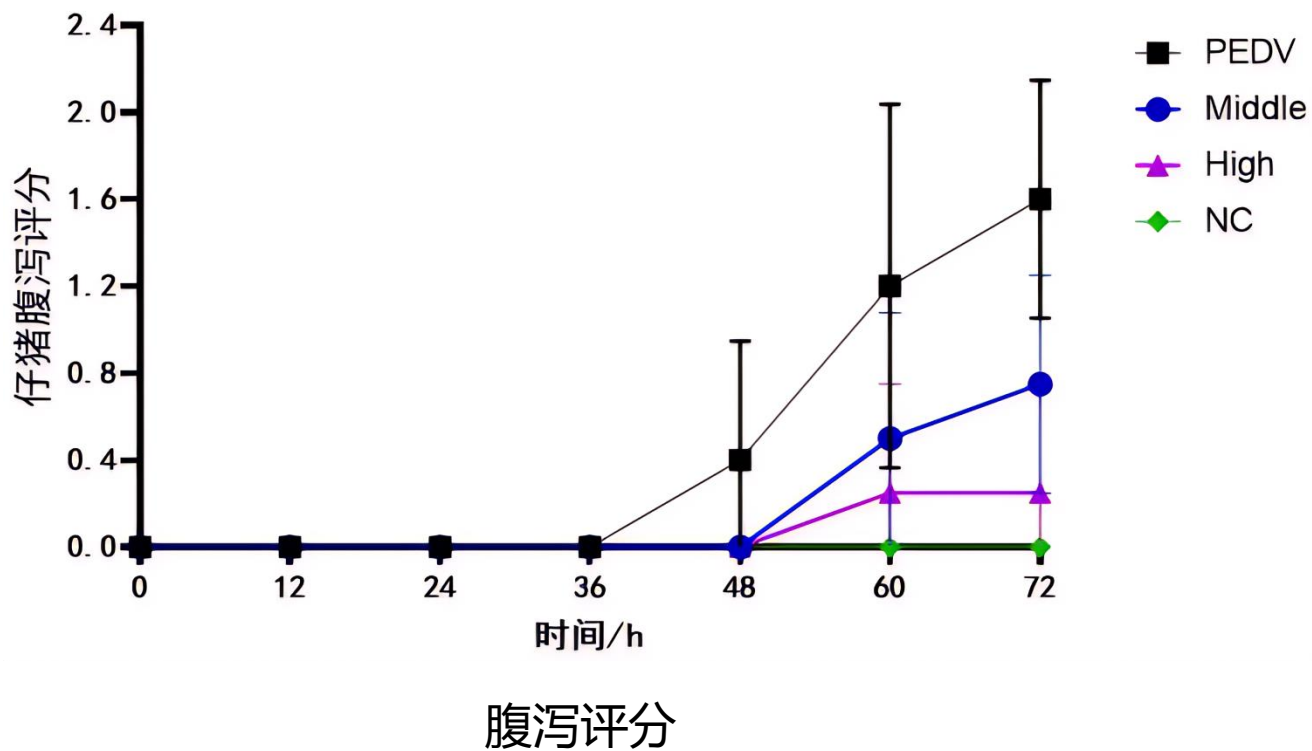
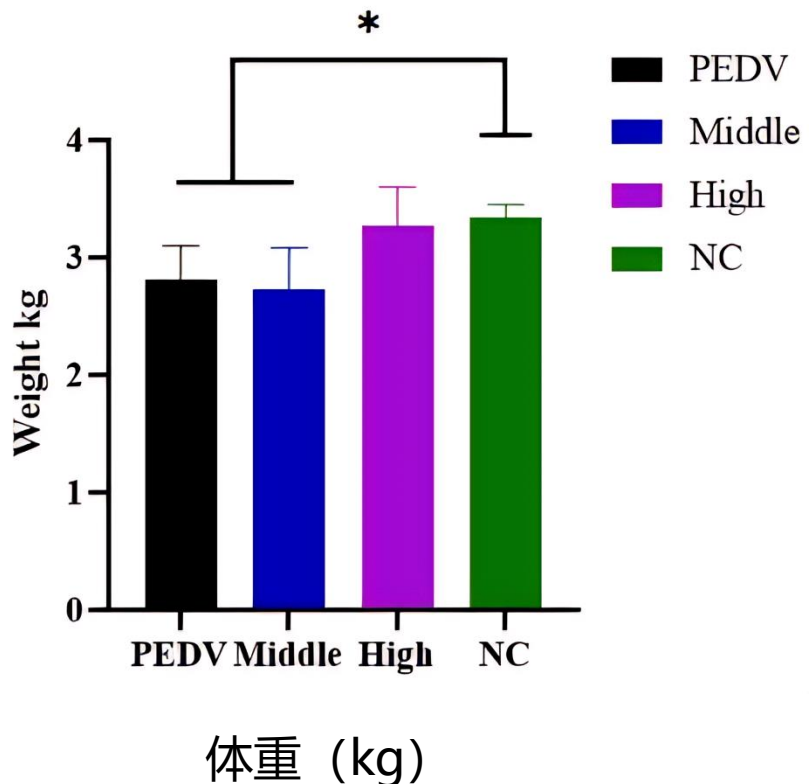
图 3-34 表面活性素抗病毒机制示意图

参考：Surfactin inhibits membrane fusion during invasion of epithelial cells by enveloped viruses. Journal of Virology. 2018

委托实验单位：南京农业大学动物粘膜免疫实验室

枯草表面活性肽在仔猪上抗PEDV的效果

The anti-PEDV effect of surfactin in piglets



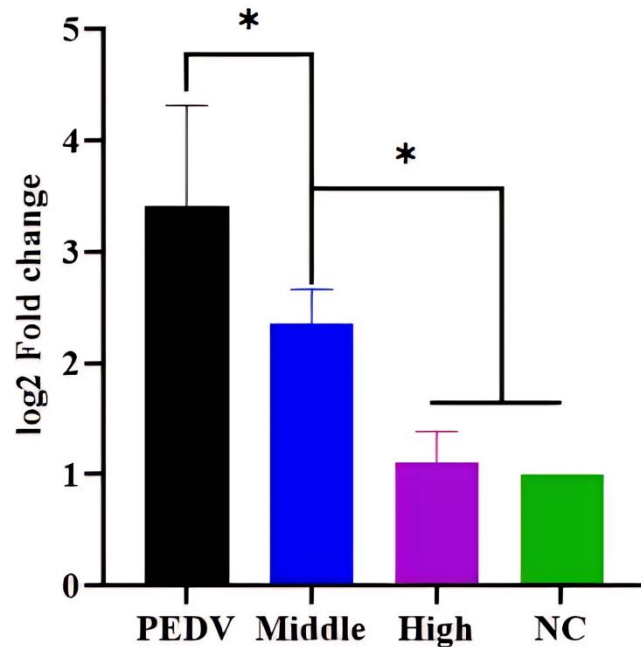
NC: 对照组（不灌服+不攻毒） **PEDV:** （不灌服+攻毒） **Middle:** 灌服SF 166mg/kg体重+攻毒 **High:** 灌服SF 333mg/kg体重+攻毒

SF: 枯草表面活性肽，溶于奶粉中3日龄开始灌服1次/天，仔猪自由哺乳，7日龄PEDV攻毒1次，10日龄屠宰取样测试。

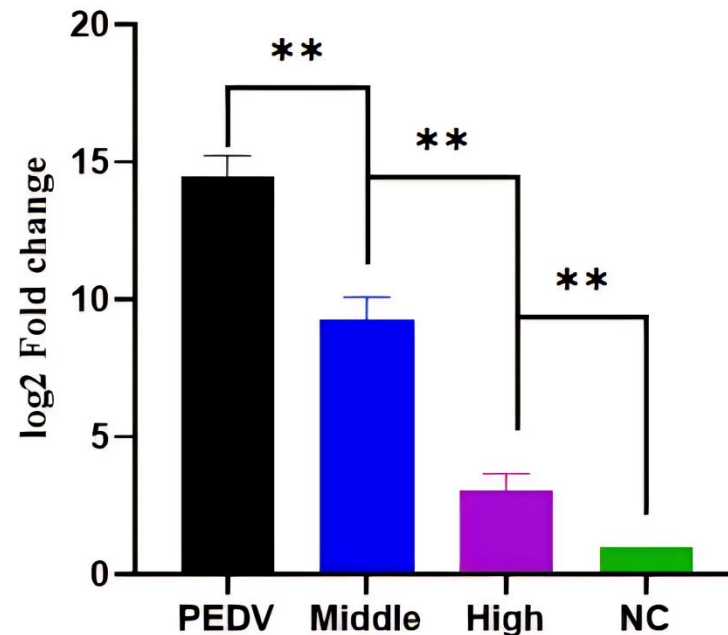
枯草表面活性肽对仔猪肠道PEDV病毒载量的减少作用

The reducing effect of surfactin on the intestinal PEDV virus load in piglets

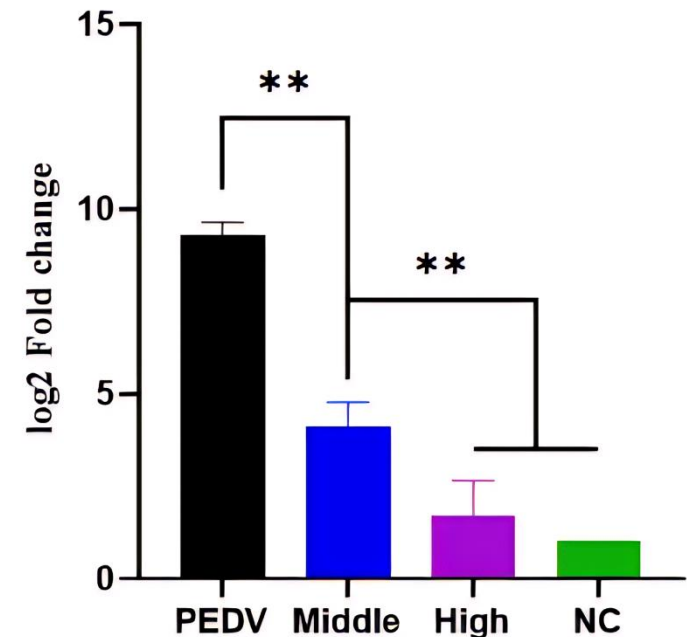
十二指肠PEDV载量



空肠PEDV载量



回肠PEDV载量



目录 CONTENTS

1

枯草脂肽简介

2

双亲宝的核心功能

3

双亲宝的附带作用

4

双亲宝的应用效果

双亲宝[®]

肉鸡应用效果

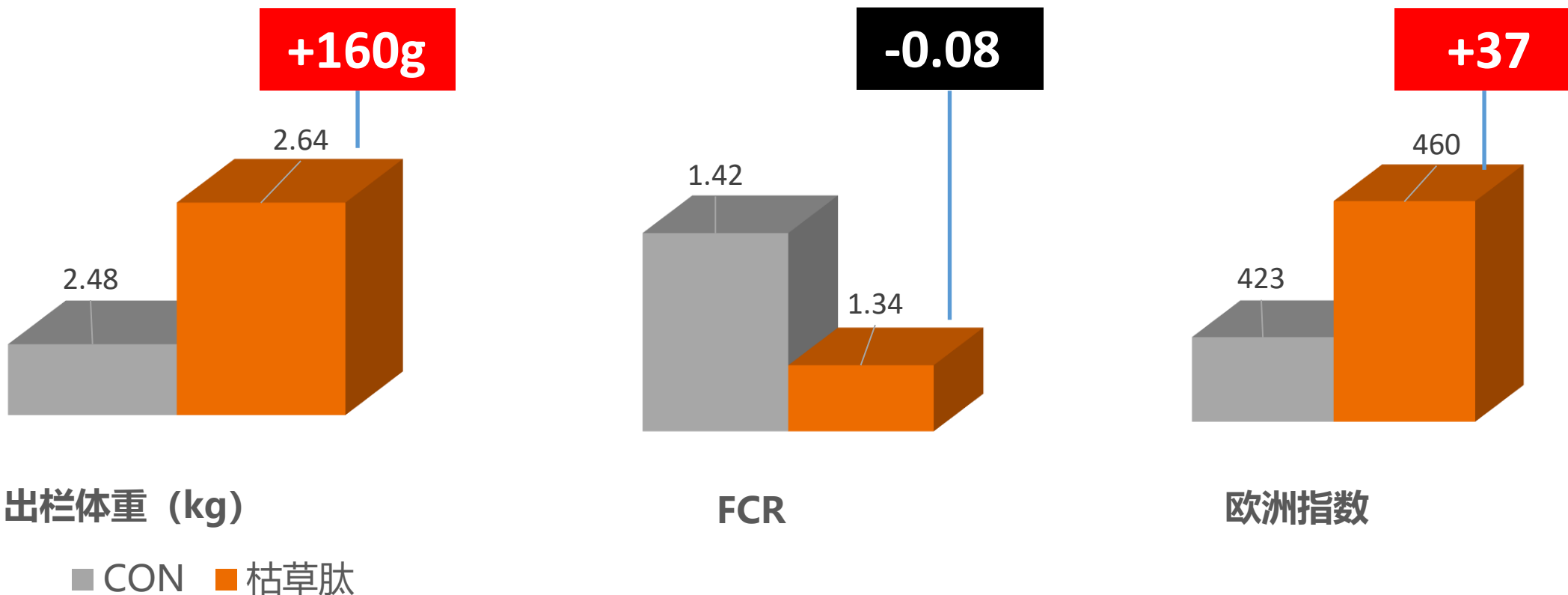
The application effect of SQB on broilers



4.1 双亲宝在肉鸡上的应用效果

4.1.1 双亲宝（枯草肽）白羽肉鸡大群实证试验

Large-scale trial of SQB on white-feathered broilers

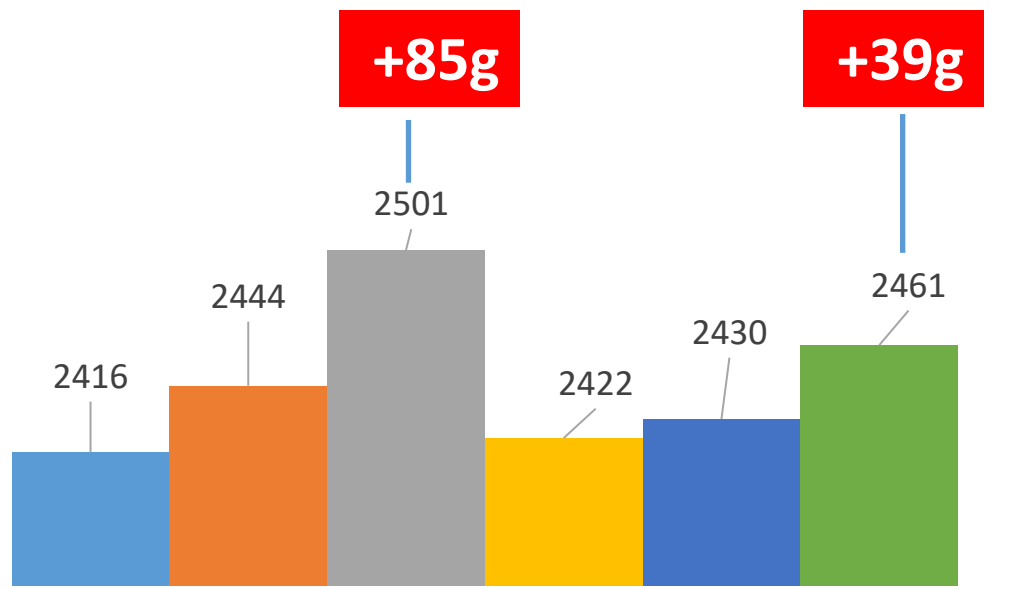


每组25.6万羽，分4栋，双亲宝添加量：200g/t，试验期39-40d。

2024，山东

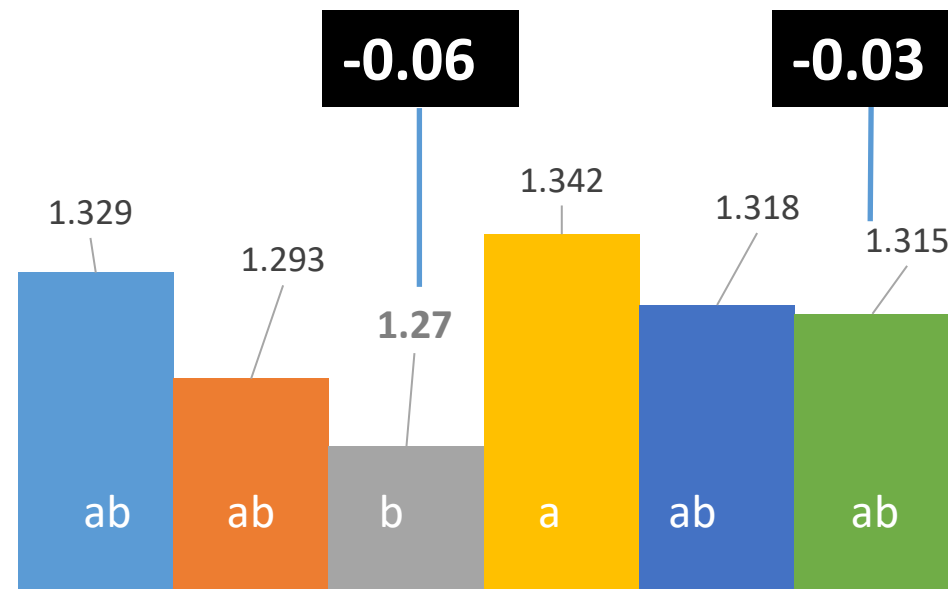
4.1.2.1 双亲宝对AA肉鸡生产性能的影响

Effect of SQB on the production performance of AA broilers



出栏体重 (g) P=0.251

■ PC0 ■ PC250 ■ PC500 ■ NC0 ■ NC250 ■ NC500



料重比 P=0.019

■ PC0 ■ PC250 ■ PC500 ■ NC0 ■ NC250 ■ NC500

每处理6个重复，每重复34只，试验期38d。PC：基础日粮，NC：基础日粮减油0.5%，双亲宝添加单位：g/t，2024，山东

4.1.2.2 双亲宝对AA肉鸡血脂代谢的影响

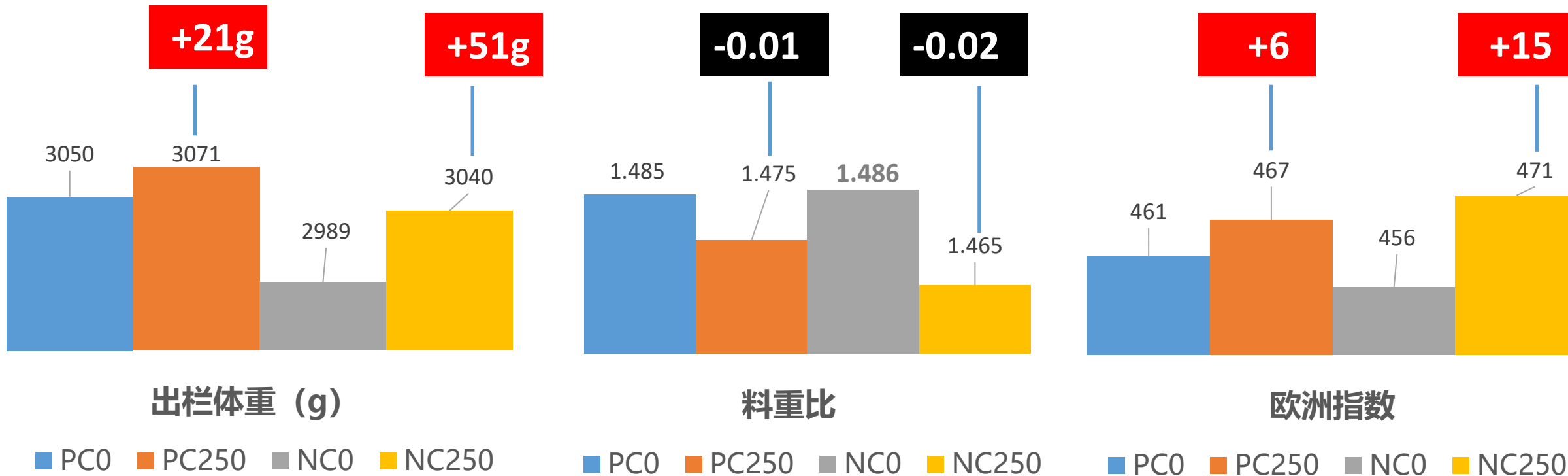
The effect of SQB on blood lipid metabolism in AA broiler

	PC0	PC250	PC500	NC0	NC250	NC500	SEM	P值
TG, mmol/L	0.62	0.57	0.53	0.59	0.57	0.52	0.013	0.213
TC, mmol/L	4.00 ^a	3.84 ^{ab}	3.78 ^{ab}	3.83^{ab}	3.37 ^{bc}	2.88^c (-24%)	0.079	< 0.001
HDL, mmol/L	1.95	1.97	2.00	1.95	2.11	2.19 12.3%	0.034	0.218
LDL, mmol/L	0.72	0.67	0.62	0.68	0.64	0.60 -11.8%	0.016	0.307

每处理6个重复，每重复34只，试验期38d。PC：基础日粮，NC：基础日粮减油0.5%，双亲宝添加单位：g/t，2024，山东

4.1.3 双亲宝在AA肉鸡上的大群试验

Large-scale trial of SQB on AA broilers



每组 (每栋) 2.65万只, 试验期42d。PC: 基础日粮, NC: 基础日粮减油0.5% (用沸石粉补充), 双亲宝添加量: 250g/t

2025, 山东

4.1.4.1 枯草表面活性肽对AA肉鸡生长和屠宰性能的影响

Effect of Surfactin on the Growth and Slaughter Performance of AA Broilers

	日粮枯草表面活性肽水平 (mg/kg)						SEM	P值
	0	50	100	150	200	250		
料重比 (F:G)	1.68 ^a	1.66 ^{ab}	1.65 ^b	1.64 ^b	1.65 ^b	1.66 ^{ab}	0.01	0.02
屠宰率%	91.94 ^c	91.39 ^c	94.64 ^a	94.22 ^{ab}	92.64 ^{bc}	92.32 ^c	0.56	< 0.01
胸肌滴水损失%	4.25 ^a	3.15 ^{ab}	2.92 ^{ab}	1.88 ^b	1.79 ^b	1.71 ^b	0.63	0.05
腿肌滴水损失%	2.04 ^a	1.37 ^b	1.23 ^b	1.20 ^b	1.30 ^b	1.44 ^b	0.17	0.01

每处理6个重复，每重复18只，试验期42d。

料重比显著降低，屠宰性能显著提高。

4.1.4.2 枯草表面活性肽对AA肉鸡生理生化指标的影响

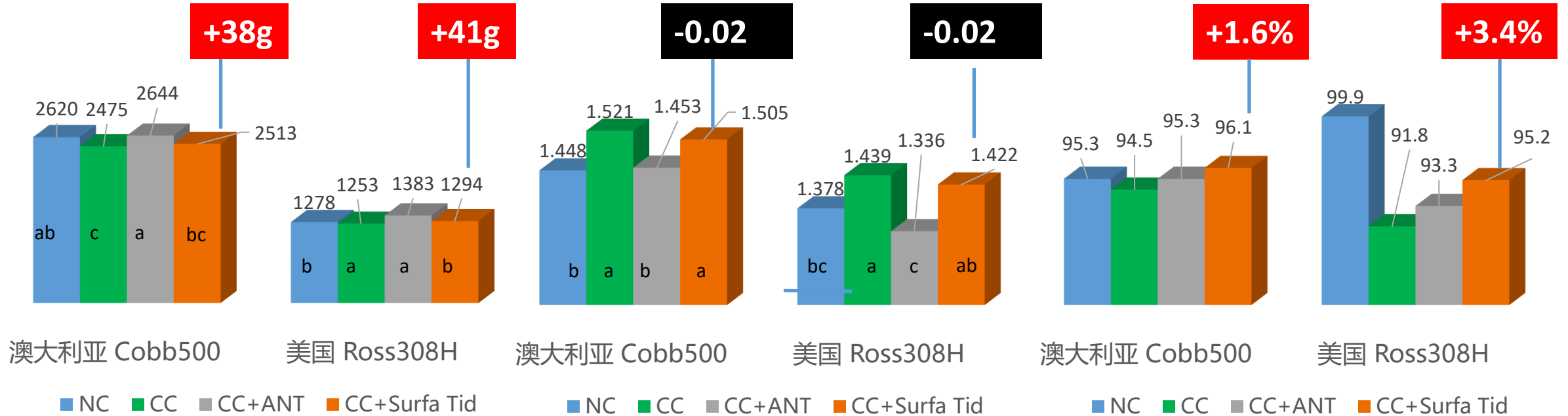
Effects of Surfactin on Physiological and Biochemical Indicators in AA Broilers

	日粮枯草表面活性肽水平 (mg/kg)						SEM	P值
	0	50	100	150	200	250		
血清IgA (g/L)	2.19 ^b	2.21 ^b	2.91 ^a	2.71 ^a	2.27 ^b	2.02 ^b	0.13	< 0.01
血清IgG (g/L)	3.94 ^b	4.03 ^b	5.96 ^a	5.45 ^a	4.56 ^b	4.02 ^b	0.29	< 0.01
血清IL-6 (pg/mL)	151.69 ^a	149.66 ^a	125.25 ^b	103.55 ^c	124.03 ^b	128.43 ^b	5.47	< 0.01
血清IL-10 (pg/mL)	10.57 ^c	15.58 ^{ab}	17.32 ^{ab}	18.26 ^a	14.42 ^b	14.55 ^b	1.16	< 0.01
血清T-AOC (U/mL)	6.90 ^{bc}	7.73 ^{bc}	8.06 ^b	9.66 ^a	6.63 ^c	6.75 ^c	0.39	< 0.01
肝脏T-AOC (U/mg prot)	3.32 ^c	3.63 ^{bc}	3.97 ^{ab}	4.40 ^a	4.36 ^a	3.68 ^{bc}	0.19	< 0.01
回肠绒隐比VH/CD	3.68 ^b	3.99 ^b	4.60 ^{ab}	5.49 ^a	5.74 ^a	4.10 ^b	0.43	< 0.01
回肠粘膜sIgA (μg/mg)	4.29 ^c	5.66 ^b	7.17 ^a	7.55 ^a	8.31 ^a	7.13 ^a	0.45	< 0.01
回肠Claudin-1 mRNA相对表达量	1.17 ^c	1.91 ^b	1.87 ^b	2.48 ^a	1.58 ^b	1.57 ^b	0.14	< 0.01
回肠Occludin mRNA相对表达量	0.98 ^c	1.99 ^a	2.06 ^a	2.29 ^a	1.55 ^b	1.53 ^b	0.14	< 0.01

显著提高了抗体水平、抗炎能力、抗氧化能力以及肠道屏障功能!

4.1.5 枯草肽 (Surfa Tid) 对肉鸡坏死性肠炎 (NE) 的缓减效果

The mitigating effect of surfactin (Surfa Tid) on necrotic enteritis (NE) in broilers



BWG (g)

FCR

成活率 (%)

注: NC—不诱发NE; CC—诱发NE; CC+ANT—诱发NE+抗生素; CC+Surfa Tid—诱发NE+枯草肽100 mg/kg。

Cobb500: 35d, Ross308H: 29d。

使用枯草肽缓减了坏死性肠炎对肉鸡造成体重下降、FCR升高和成活率降低的不良影响。

4.1.6 枯草肽对肉鸡体重和FCR的改善效果 (n=15)

The effect of Surfactin on broiler chicken weight and FCR

序号	试验设计	体重增加 (g)	FCR 降低
1	添加量200g/t, AA肉鸡51.27万只, 试验期40d, 2024, 山东。	160	-0.08
2	添加量300g/t (减油5kg), 土鸡17.2万只, 试验期28d, 2024, 广东。	-25	-0.39
3	添加量200g/t (饮水), AA肉鸡6.12万只, 试验期43d, 2024, 山东。第一批	91	0.02
4	添加量200g/t (饮水), AA肉鸡6.12万只, 试验期43d, 2024, 山东。第二批	-6	-0.02
5	添加量250-500g/t, AA肉鸡1224只, 试验期38d, 2024, 山东农业大学	85	-0.06
6	添加量250-500g/t, AA肉鸡1224只, 试验期38d, 2024, 山东农业大学。减油0.5%	38	-0.03
7	添加量100g/t, Cobb500 512只, 试验期35d, 2024, 澳大利亚	38	-0.02
8	添加量200g/t, 罗斯308 448只, 试验期29d, 2024, 美国	41	-0.02

序号	试验设计	体重增加 (g)	FCR 降低
9	添加量50-250g/t, AA肉鸡648只, 试验期42d, 2023, 中国农业大学	40	-0.04
10	添加量50-130g/t, Ross308肉鸡336只, 试验期18d, 2023, 加拿大。球虫攻毒实验	80	-0.02
11	添加量100-200g/t, AA肉鸡648只, 试验期42d, 2022, 山东农业大学	283	-0.06
12	添加量100-200g/t, AA肉鸡648只, 试验期42d, 2022, 山东农业大学减油0.5%	313	-0.04
13	添加量100-300g/t, AA肉鸡360只, 试验期42d, 2022, 中国农科院畜牧所	94	0
14	添加量150g/t, 黄羽肉鸡1680只, 试验期63d, 2022, 广东。	35	-0.03
15	添加量150g/t, 黄羽肉鸡2833只, 试验期33d, 2023, 广东。	-33	-0.07
平均		+82	-0.06

终端现场水线水溶枯草肽肉鸡实证效果

Effect of Surfactin(water-soluble) in broiler at Terminal site waterline

投入产出比 = 1:5~1:15

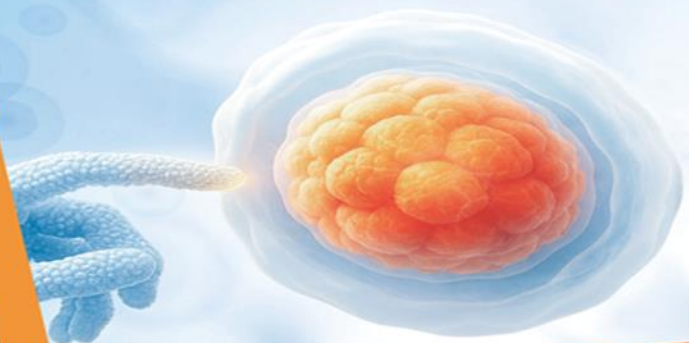
序号	试验时间	试验地点	添加量 (g/吨饮水)	鸡只数量 (万)	试验 期限	出栏体重 增加 (g)	料重比 降低	成活率 提高 (%)	欧指 提高
1	2025.7	山东惠民县岭上刘鸡场	200	18.6	21-43d	65	-0.004	1.33	17
2	2025.7	山东潍坊树芽鸡场	200	72.6	21-41d	90	-0.07	1.51	43
3	2025.8	山东寿光鸡宝宝合作社	200	23.5	21-39d	30	0.004	0.83	5.3
4	2025.9	山东邹平县北王鸡场	200	13.2	21-43d	170	0.037	-0.31	2.2
5	2025.11	山东省无棣县邵庄鸡场	200	8.6	21-42d	15	-0.027	0.55	16.3
6	2025.12	山东省安丘市朱福星鸡场	200	12.4	21-42d	187.5	-0.048	3.5	60
7	2025.6	辽宁锦州禾丰-艾智慧小区	150	6.12	21-35d	30	-0.032	-2.3	4.7
8	2025.9	辽宁锦州禾丰-张家堡	150	21.35	28-42d	133	-0.02	-0.94	9.4
		平均		总176		+90.06	-0.02	+0.52	+19.7



双亲宝[®]

水产动物应用效果

The application effect of SQB on Aquatic animals



生物乳化剂

应用试验研究报告

V1.0

2025

英惠尔
GO EVERYTHING FOR BEAUTIFUL LIFE

4.3.1 枯草肽对水产动物增重率和FCR的改善效果 (n=13)

The effect of Surfactin on the improvement of weight gain rate and FCR in aquatic animals

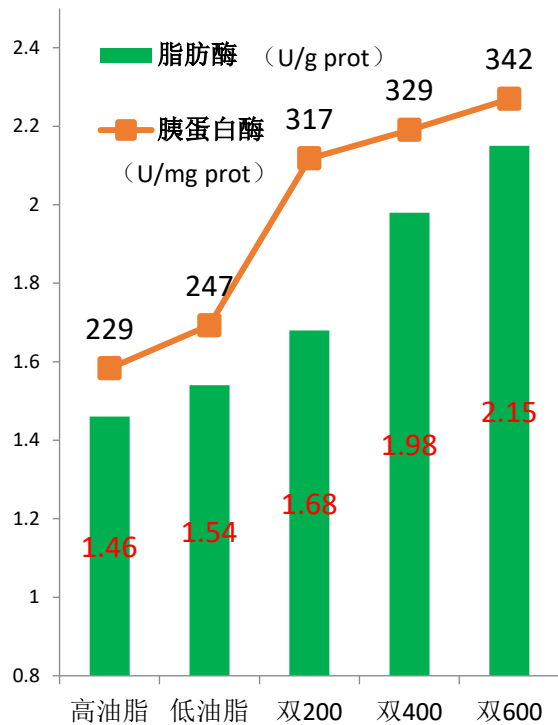
序号	试验设计	增重率相对提高 (%)	FCR降低
1	添加量500g/t, 鲤鱼800尾, 试验期56d, 2024, 北京	13.7	-0.17
2	添加量500g/t (减油1%), 鲤鱼600尾, 试验期56d, 2024, 北京	12.0	-0.14
3	添加量300-500g/t, 鲤鱼1800尾, 试验期56d, 2024, 四川	1.1	-0.01
4	添加量300g/t (减油1%), 草鱼养殖, 试验期56d, 2024, 北京	4.1	-0.05
5	添加量500-1000g/t, 草鱼600尾, 试验期63d, 2023, 北京	0.4	0.00
6	添加量500-1000g/t (减油0.6%), 草鱼600尾, 试验期63d, 2023, 北京	8.6	-0.07
7	添加量200-600g/t, 加州鲈1080尾, 试验期70d, 2024, 北京	5.0	0.00
8	添加量200-600g/t (减油1%), 加州鲈1080尾, 试验期70d, 2024, 北京	6.4	-0.03

序号	试验设计	增重率相对提高 (%)	FCR降低
9	添加量300-500g/t, 加州鲈1600尾, 试验期56d, 2024, 四川	0.3	0.010
10	添加量500g/t, 生鱼养殖, 2024, 广东	4.7	0.00
11	添加量500g/t (减油0.5%), 罗非鱼600尾, 试验期84d, 2024, 菲律宾	5.2	-0.13
12	添加量500-1000g/t, 锦鲤360尾, 试验期63d, 2023, 北京	14.0	-0.01
13	添加量300-1000g/t (减油1%), 牛蛙, 水池养殖, 试验期56d, 2024, 湖南	19.0	-0.06
平均		+7.3	-0.05

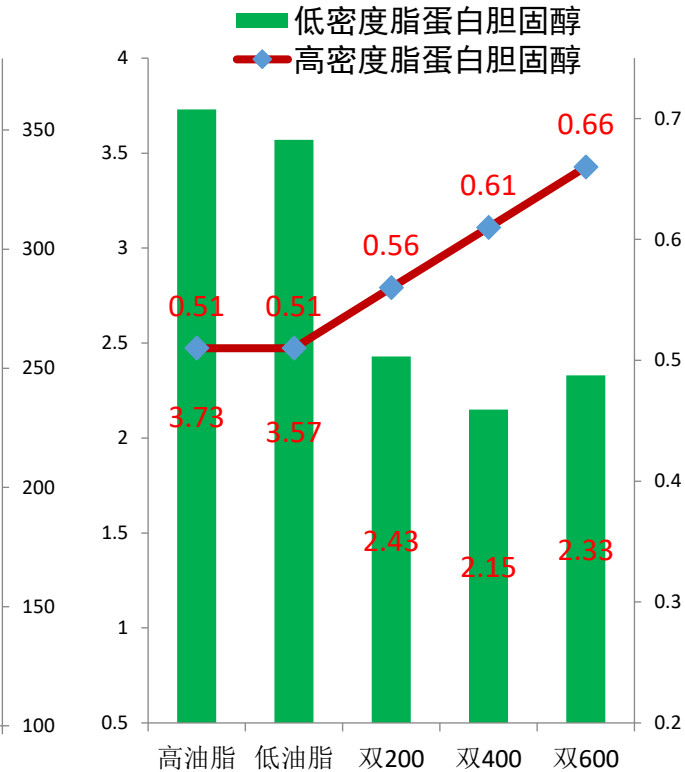
4.3.2 双亲宝对加州鲈肝脏脂肪代谢的影响

Effects of SQB on Liver Fat Metabolism in California Bass

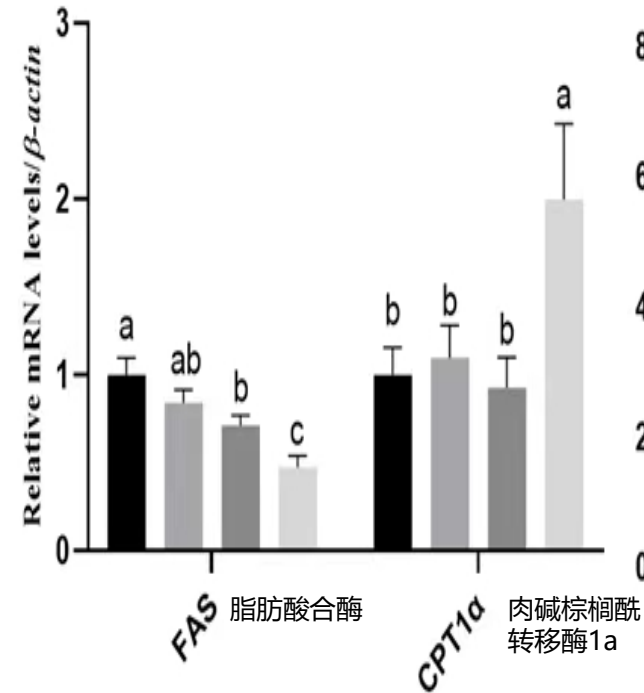
肠道消化酶



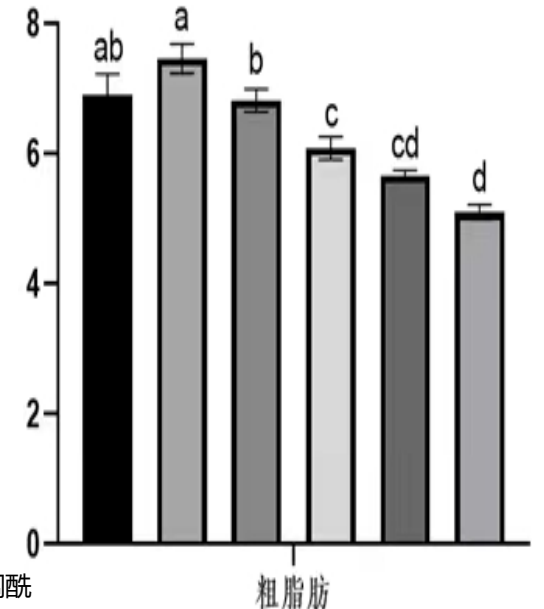
血清脂蛋白 (mmol/L)



脂肪酸代谢mRNA基因表达



肝脏脂肪含量 (%)



双200: 低油脂+双亲宝200mg/kg;
 双400: 低油脂+双亲宝400mg/kg;
 双600: 低油脂+双亲宝600mg/kg.

依次为低油组、低油+双亲宝200、
 低油+双亲宝400、低油+双亲宝600 mg/kg

依次为高油组、低油组、
 低油+双亲宝200、低油+双亲宝400
 低油+双亲宝600 mg/kg

委托试验单位：中国农科院饲料所 饲料加工与质量安全创新团队

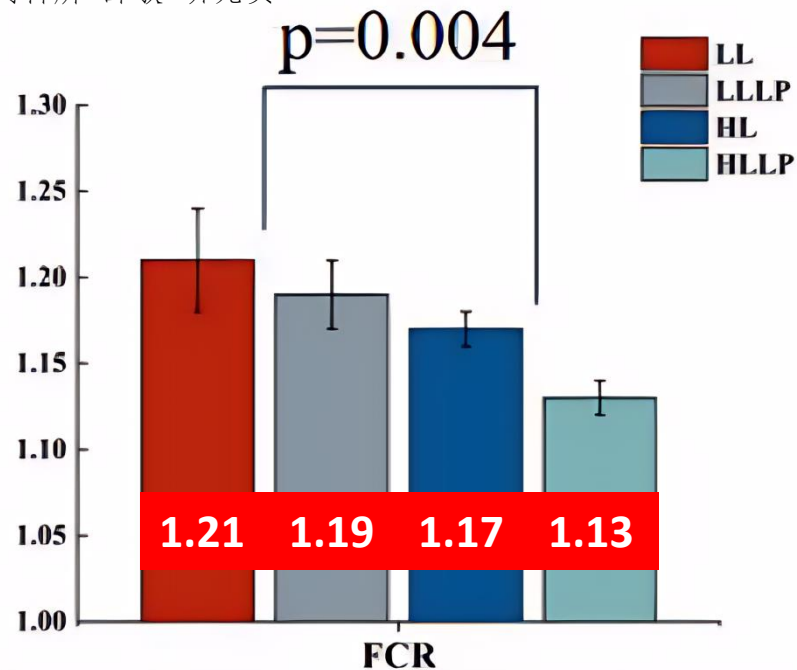
4.3.3.1 双亲宝对大口黑鲈生长及肝脏健康的影响

Effects of SQB on the Growth and Liver Health of Large Mouth Bass

高脂日粮中添加双亲宝（枯草脂肽），显著降低了料重比（FCR），肝脏表型未见异常，没有发生脂质堆积。



中国农科院饲料所 薛敏 研究员



LL: 低脂 (11%) LLLP: 低脂+双亲宝0.05%

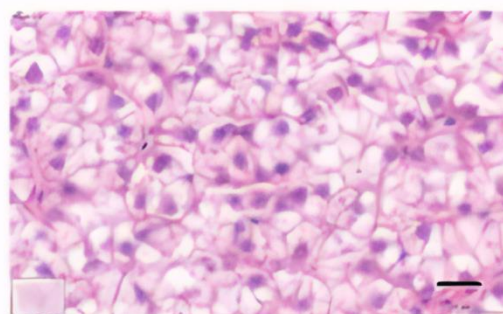
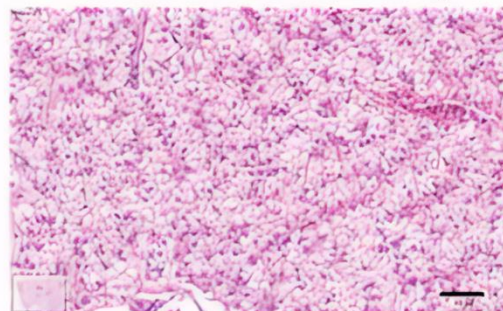
HL: 高脂 (13%) HLLP: 高脂+双亲宝0.05%

每处理5个重复，每重复30尾，试验期10周。

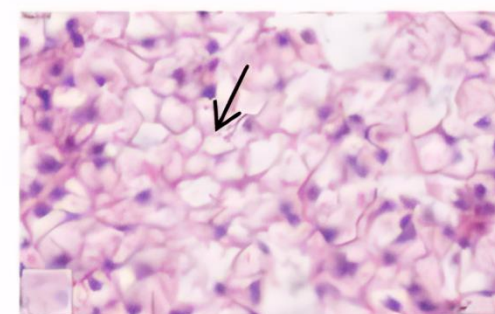
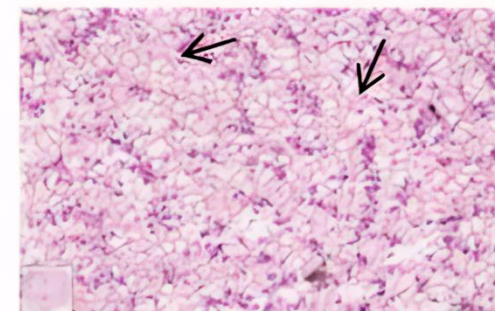
Do Everything For Beautiful Life

全身心的投入 让生命更美丽

No obvious abnormality



Lipid accumulation

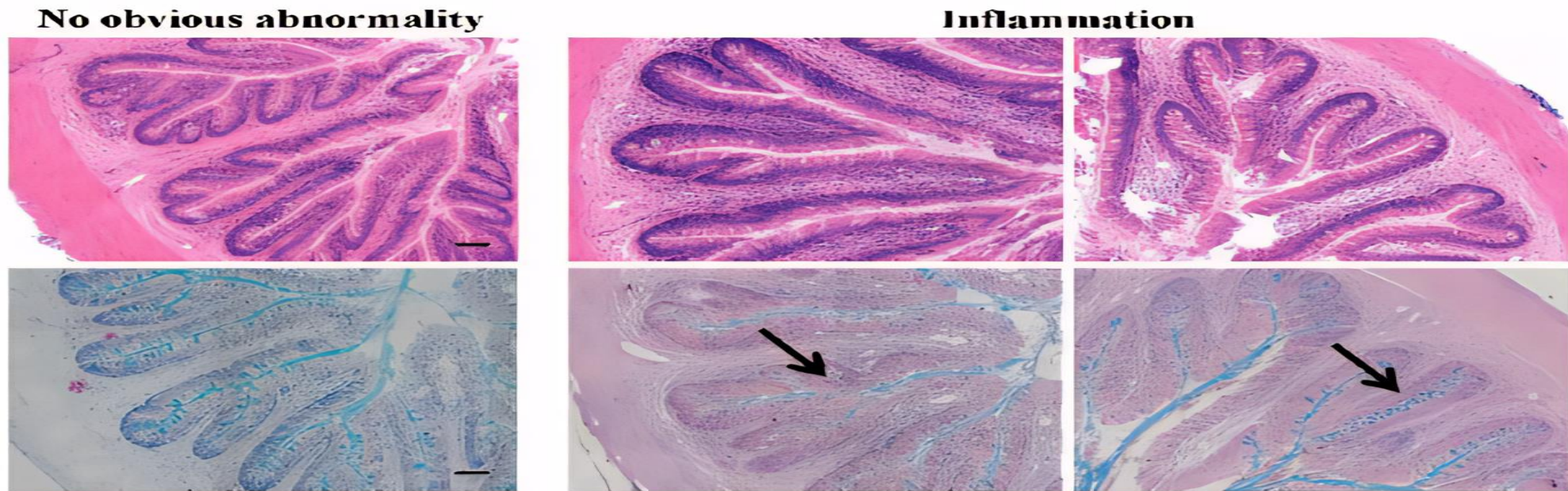


Liver phenotype	LL	LLLP	HL	HLLP
No obvious abnormality	8	7	4	8
Lipid accumulation	0	1	4	0
Total (尾数)	8	8	8	8

4.3.3.2 双亲宝对大口黑鲈肠道免疫的影响

The effect of SQB on the intestinal immunity of large Mouth bass

- 高脂日粮中添加双亲宝，肠道表型未见明显异常，炎症（感染）明显减少。



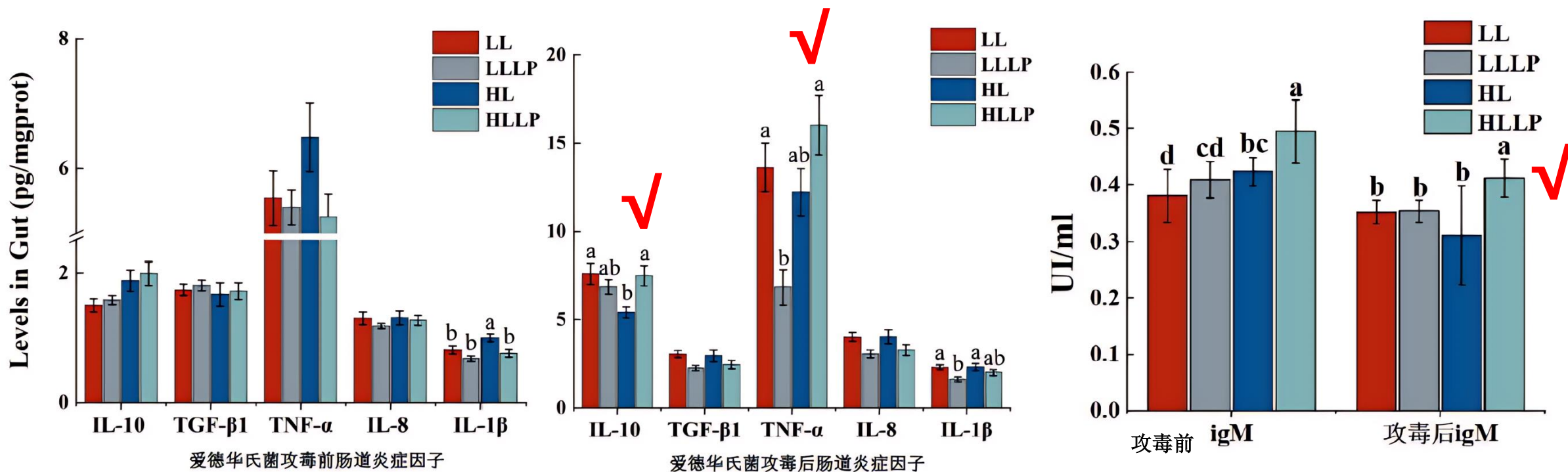
Gut phenotype	LL	LLLP	HL	HLLP
No obvious abnormality	4	4	5	7
Inflammation	4	4	3	1
Total (尾数)	8	8	8	8

双亲宝稳固了大口黑鲈的“肠肝轴”，有利于肠肝正常循环。

4.3.3.3 双亲宝对大口黑鲈肠道炎症因子和血清免疫球蛋白的影响

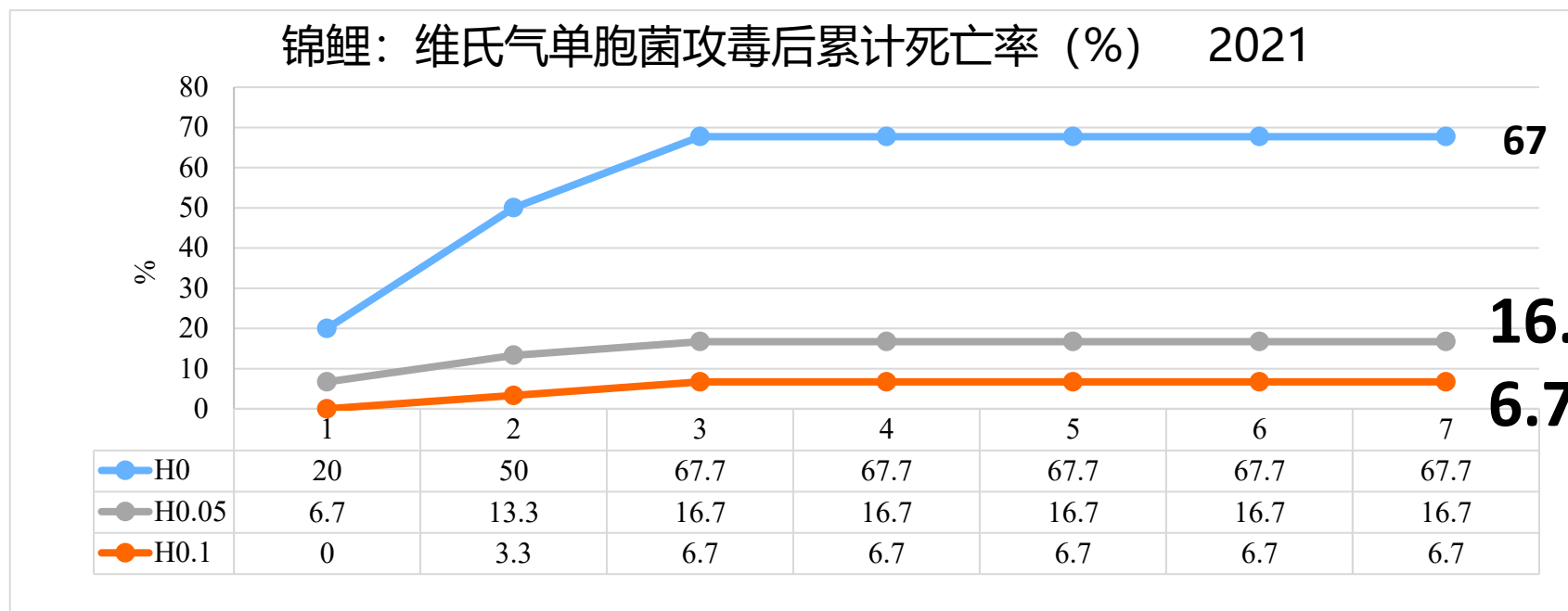
Effects of SQB on Intestinal Inflammatory Factors and Serum Immunoglobulins of Large-Mouth Bass

- 爱德华氏菌攻毒后发现，添加了双亲宝显著提升了机体的促炎（TNF- α ）和抗炎（IL-10）水平，并且维持较高的IgM水平，表明双亲宝参与了机体的免疫调控，从而改善了大口黑鲈肠道免疫平衡和抗菌功能。

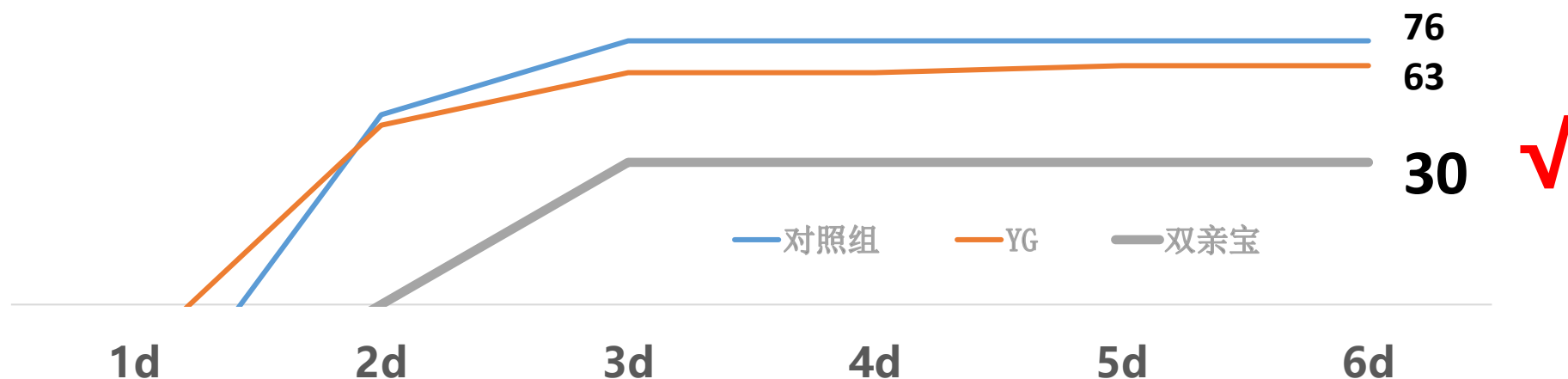


4.3.4 双亲宝 对水产动物的 免疫保护作用

Immune protective
effect of SQB on
aquatic animals



草鱼：嗜水气单胞菌攻毒后累计死亡率 (%) 2022, 英惠尔水产实验室



双亲宝®

源于英惠尔

直接添加



减少油脂品质波动
稳定饲料产品质量

- 促进油脂消化吸收
- 提高机体健康水平
- 改善动物生产性能
- 节约饲料配方成本



减少油脂添加



减少3-10kg油脂/吨饲料
节约配方成本，保持生产稳定。

2000年，诞生于中国饲料技术 **摇篮** --- 中国农业科学院

国家
高新技术企业

专精特新
“小巨人”

北京市
企业技术中心



- 酵母创新团队
- 芽孢杆菌创新团队
- 代谢工程创新团队

- 具备菌株筛选、基因编辑、底盘细胞构建、代谢监测的能力。



产品应用研究成果

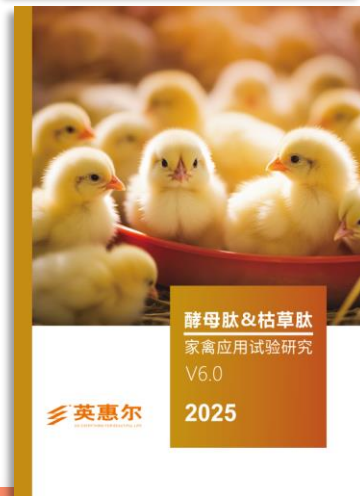


7.0 版

2018年发布1.0版，现迭代升级至7.0版

218 篇

累计完成试验报告和发表文献218篇 (SCI 43 篇)



20+ 全球高校院所技术合作

中国科学院
中国农业科学院
清华大学
中国农业大学
四川农业大学
华中农业大学
华南农业大学
中国海洋大学
山东农业大学
东北农业大学
.....

秘鲁里卡多帕尔马大学
韩国忠南大学
越南西原大学
澳大利亚新英格兰大学
美国Kalmbach Nutritional Services
.....





90+
国家和地区

20+ 欧洲

30+ 亚洲

20+ 中北美

10+ 南美

10+ 非洲



结 语

枯草表面活性肽（**双亲宝**）是一种采用合成生物制造方法生产的微生物类脂，在油脂乳化、脂类代谢、免疫调节和抑制病原方面发挥重要作用。使用它能够

实现**高效生产**的目标！



THANKS

谢谢聆听，欢迎各位来英惠尔做客指导！

