

# 读书报告

汇报人：张文蕾

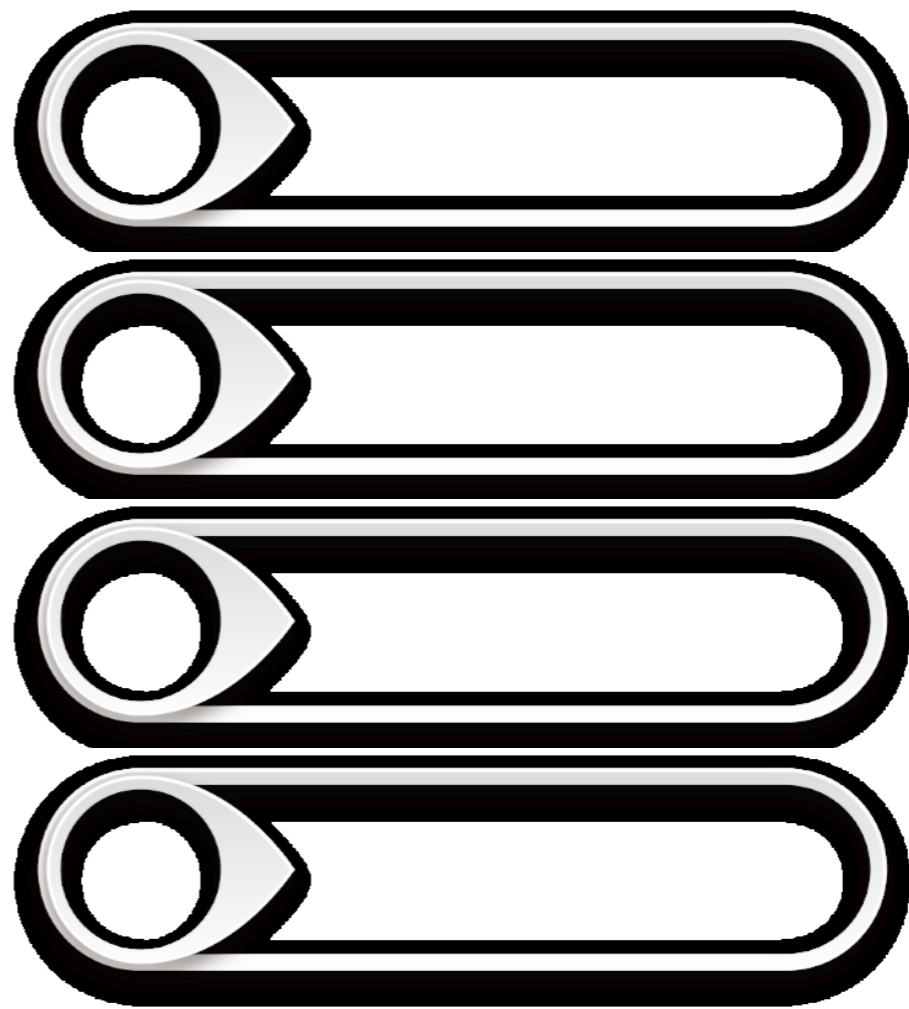
2019年12月29日

Soybean isoflavones improve the health benefits, flavour quality indicators and physical properties of grass carp (*Ctenopharygodon idella*)

Bo Yang<sup>1</sup>, Wei-Dan Jiang<sup>1,2,3</sup>, Pei Wu<sup>1,2,3</sup>, Yang Liu<sup>1,2,3</sup>, Yun-Yun Zeng<sup>1</sup>, Jun Jiang<sup>1</sup>, Sheng-Yao Kuang<sup>4</sup>, Ling Tang<sup>4</sup>, Wu-Neng Tang<sup>4</sup>, Shang-Wen Wang<sup>5</sup>, XiaoQiu Zhou<sup>1,2,3\*</sup>, Lin Feng<sup>1,2,3\*</sup>

# 目录

CONTENTS



01

前言

# 前言



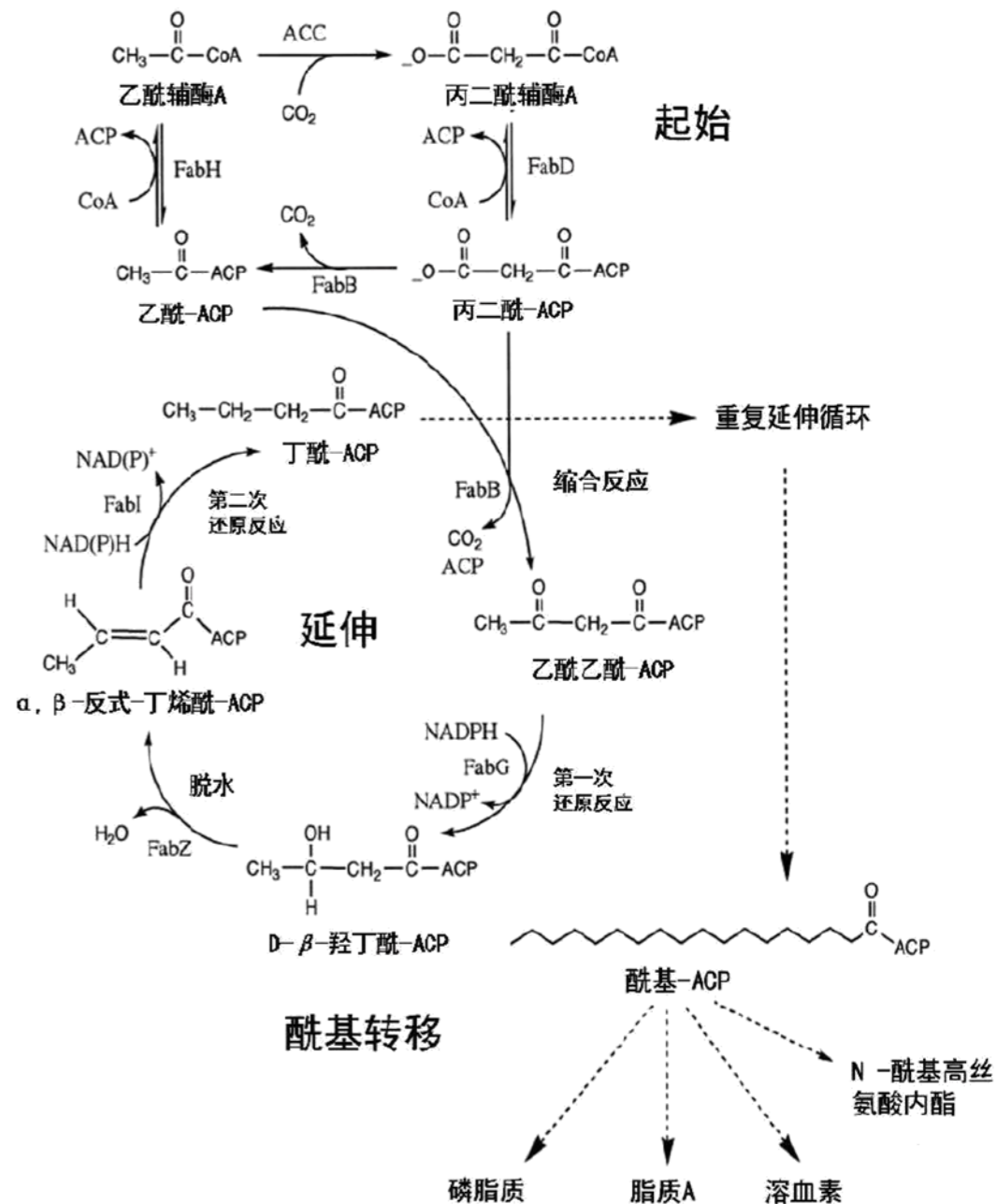
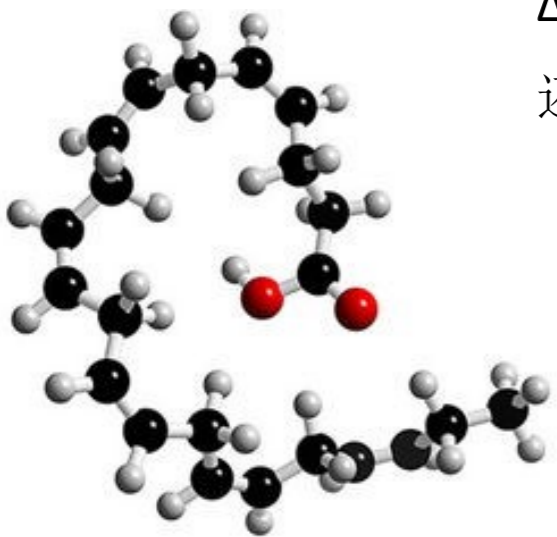
鱼肉的品质会影响人类健康和营养，因此引起了水产养殖业的关注。肉质由一系列复杂的特征组成，包括质地和颜色，并且在很大程度上受外部因素的影响。



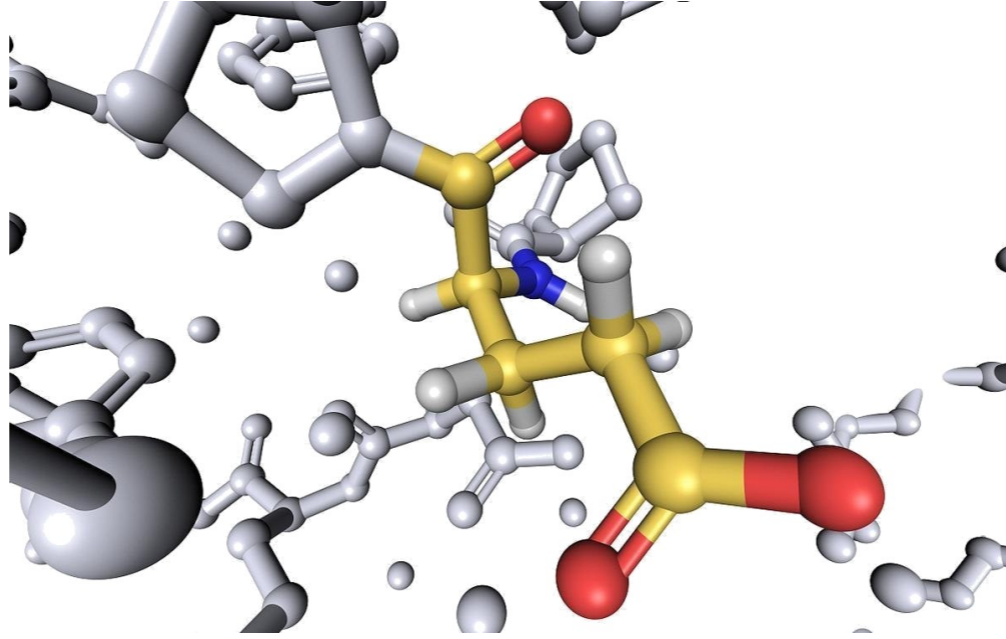
饲喂策略是重要的外在因素，被广泛用于改善肉质。大豆异黄酮是植物性添加剂，据报道，它在动物中具有多种生物学特性，但是，当前关于SIF对肉质影响的报道却很少。

# 前言

肉质可以用脂肪酸来评价，然而，没有SIF对鱼类FA分布影响的报道。在鱼类中， $\Delta 6$ -去饱和酶是参与高不饱和脂肪酸生物合成的限速酶，如DHA、EPA，但SIF是否会影响 $\Delta 6$ -去饱和酶的合成进而改善肉质还有待于进一步研究。



# 前言



除脂肪酸外，游离氨基酸（FAA）也是评估肉质的重要指标，它主要参与风味物质的形成和发展，从而影响口感。但是，关于SIF对动物FAA分布影响的可供参考研究还很少，这值得进一步探讨。

# 前言



此外，物理特性如保水力和嫩度，也在很大程度上影响肉质。迄今为止，SIF影响鱼类物理特性的证据还很缺乏。有研究证明，SIF可能影响由细胞凋亡导致的保水力改变，并影响Nrf2信号传导对嫩度调控，从而改变肉质。



# 前言

因此作者首次对饮食中补充SIF对鱼肉的健康益处，风味质量指标和物理特性的影响进行了研究，揭示了SIF对鱼类品质的潜在调节作用。并且该研究根据生长性能和肉质参数评估了草鱼的最佳SIF补充水平。因此，该结果为制作生产更健康肉质的草鱼饲料提供重要参考。

02

材料与amp;方法

# 技术路线

草鱼（540条）

分为6组，每组三个重复，共18个网箱，每箱30条鱼

SIF:0mg/kg、25mg/kg、50mg/kg、75mg/kg、100mg/kg、120mg/kg

饲喂60d后取肌肉样品

营养品质

生长性能

常规组分

健康益处

FA组成

风味指标

FAA组成和5'IMP含量

物理特征

保水力

蒸煮损失

羟脯氨酸含量

DNA片段化

抗氧化能力

嫩度

剪切力

QPCR和WB

酶活性

**Table 1 Composition and nutrients content of basal diet.**

<b>Ingredients</b>	<b>%</b>	<b>Nutrient levels</b>	<b>%</b>
<b>Fish meal</b>	5.70	<b>Crude protein<sup>4</sup></b>	28.67
<b>Casein</b>	22.00	<b>Crude lipid<sup>4</sup></b>	5.43
<b>Gelatin</b>	7.00	<b>n-3 [67,68]<sup>5</sup></b>	1.04
<b>Ca(H<sub>2</sub>PO<sub>4</sub>)<sub>2</sub></b>	1.50	<b>n-6 [67,68]<sup>5</sup></b>	0.96
<b>α-starch</b>	24.00	<b>Available phosphorus [68,69]<sup>6</sup></b>	0.40
<b>Corn starch</b>	25.00		
<b>Fish oil</b>	2.85		
<b>Corn oil</b>	1.58		
<b>Cellulose</b>	5.00		
<b>Vitamin premix<sup>1</sup></b>	1.00		
<b>Mineral premix<sup>2</sup></b>	2.00		
<b>Soybean isoflavones premix<sup>3</sup></b>	1.00		
<b>Choline chloride (50%)</b>	1.00		
<b>DL-Met (99%)</b>	0.25		
<b>L-Trp (99%)</b>	0.07		
<b>Ethoxyquin (30%)</b>	0.05		

03

结果

# 结果

Table 3 Growth performance and muscle composition of grass carp fed the diets with graded level of SIF for 60 days.

	Dietary SIF levels(mg/kg diet)					
	0	25	50	75	100	125
IBW <sup>1</sup>	213.78 ± 0.77 <sup>a</sup>	213.56 ± 0.38 <sup>a</sup>	214.22 ± 0.38 <sup>a</sup>	213.56 ± 0.38 <sup>a</sup>	213.78 ± 0.77 <sup>a</sup>	213.78 ± 0.38 <sup>a</sup>
FBW <sup>1</sup>	755.52 ± 53.88 <sup>b</sup>	911.36 ± 127.7 <sup>d</sup>	849.48 ± 37.66 <sup>c</sup>	817.3 ± 68.65 <sup>c</sup>	729.05 ± 32.07 <sup>b</sup>	645.98 ± 47.82 <sup>a</sup>
PWG <sup>1</sup>	253.43 ± 8.44 <sup>b</sup>	323.10 ± 11.56 <sup>d</sup>	294.54 ± 9.48 <sup>c</sup>	283.09 ± 43.70 <sup>c</sup>	243.50 ± 14.09 <sup>b</sup>	202.70 ± 7.96 <sup>a</sup>
SGR <sup>1</sup>	2.1 ± 0.02 <sup>b</sup>	2.4 ± 0.02 <sup>d</sup>	2.29 ± 0.02 <sup>c</sup>	2.24 ± 0.09 <sup>c</sup>	2.06 ± 0.04 <sup>b</sup>	1.85 ± 0.02 <sup>a</sup>
FI <sup>1</sup>	848.66 ± 0.69 <sup>c</sup>	957.39 ± 1.68 <sup>f</sup>	915.21 ± 2.06 <sup>e</sup>	854.51 ± 1.18 <sup>d</sup>	781.69 ± 3.31 <sup>b</sup>	711.52 ± 2.13 <sup>a</sup>
FE <sup>1</sup>	63.84 ± 1.04 <sup>ab</sup>	72.07 ± 1.25 <sup>d</sup>	68.94 ± 1.09 <sup>cd</sup>	70.75 ± 5.16 <sup>cd</sup>	66.59 ± 1.54 <sup>bc</sup>	60.90 ± 0.94 <sup>a</sup>
Moisture (%) <sup>2</sup>	79.21 ± 0.37 <sup>c</sup>	78.02 ± 0.89 <sup>ab</sup>	77.14 ± 0.33 <sup>a</sup> Min	77.84 ± 0.43 <sup>a</sup>	78.85 ± 0.77 <sup>bc</sup>	79.44 ± 1.43 <sup>c</sup>
Protein (%) <sup>2</sup>	16.00 ± 0.59 <sup>a</sup>	17.44 ± 0.49 <sup>cd</sup>	17.91 ± 0.34 <sup>d</sup>	17.36 ± 0.66 <sup>cd</sup>	16.81 ± 0.69 <sup>bc</sup>	16.50 ± 0.93 <sup>ab</sup>
Lipid (%) <sup>2</sup>	3.05 ± 0.22 <sup>b</sup>	3.34 ± 0.31 <sup>bc</sup>	3.58 ± 0.13 <sup>c</sup>	3.43 ± 0.29 <sup>c</sup>	3.10 ± 0.25 <sup>b</sup>	2.67 ± 0.27 <sup>a</sup>
Ash (%) <sup>2</sup>	1.07 ± 0.11 <sup>a</sup>	0.97 ± 0.10 <sup>a</sup> Max	0.98 ± 0.09 <sup>a</sup>	0.99 ± 0.08 <sup>a</sup>	0.97 ± 0.07 <sup>a</sup>	0.98 ± 0.09 <sup>a</sup>
Calcium	0.75 ± 0.06 <sup>a</sup>	1.00 ± 0.03 <sup>bc</sup>	1.06 ± 0.09 <sup>c</sup>	0.97 ± 0.06 <sup>b</sup>	0.80 ± 0.04 <sup>a</sup>	0.81 ± 0.08 <sup>a</sup>
Phosphorus	0.29 ± 0.01 <sup>a</sup>	0.31 ± 0.01 <sup>a</sup>	0.31 ± 0.01 <sup>a</sup>	0.30 ± 0.02 <sup>a</sup>	0.30 ± 0.02 <sup>a</sup>	0.31 ± 0.01 <sup>a</sup>

<sup>1</sup> IBW: Initial body weight (g); FBW: final body weight (g); PWG: percent weight gain; SGR: specific growth rate (g/g/d); FE: feed efficiency (%);

<sup>2</sup> Values are means ± SD (n = 6), and different superscripts in the same row are significantly different (P < 0.05).

SIF添加的最佳比例（25 mg / kg）可改善草鱼的生长性能（PWG，SGR，FI和FE），促进鱼的生长，并且适宜的添加量可以显著增加肌肉中蛋白质的含量。

<sup>2</sup> Values are means ± SD (n = 6), and different superscripts in the same row are significantly different (P < 0.05).

# 结果

Table 4 Effects of dietary SIF supplementation (mg/kg) on muscle fillet fatty acid composition (% total fatty acids) and  $\Delta 6$ -desaturase gene expression of grass carp<sup>1</sup>.

	Dietary SIF levels(mg/kg diet)					
	0	25	50	75	100	125
C14: 0	2.40 ± 0.15 <sup>a</sup>	2.32 ± 0.21 <sup>a</sup>	2.26 ± 0.20 <sup>a</sup>	2.34 ± 0.22 <sup>a</sup>	2.32 ± 0.22 <sup>a</sup>	2.50 ± 0.17 <sup>a</sup>
C15: 0	0.25 ± 0.03 <sup>a</sup>	0.24 ± 0.02 <sup>a</sup>	0.23 ± 0.02 <sup>a</sup>	0.23 ± 0.04 <sup>a</sup>	0.22 ± 0.01 <sup>a</sup>	0.25 ± 0.03 <sup>a</sup>
C16: 0	25.23 ± 0.54 <sup>b</sup>	23.60 ± 1.21 <sup>ab</sup>	21.45 ± 1.87 <sup>a</sup> Min	23.78 ± 1.10 <sup>ab</sup>	24.48 ± 1.45 <sup>b</sup>	24.46 ± 1.56 <sup>b</sup>
C17: 0	0.16 ± 0.01 <sup>a</sup>	0.15 ± 0.02 <sup>a</sup>	0.14 ± 0.02 <sup>a</sup>	0.14 ± 0.01 <sup>a</sup>	0.15 ± 0.02 <sup>a</sup>	0.16 ± 0.01 <sup>a</sup>
C18: 0	3.76 ± 0.27 <sup>a</sup>	3.62 ± 0.40 <sup>a</sup>	3.74 ± 0.21 <sup>a</sup>	3.71 ± 0.46 <sup>a</sup>	3.64 ± 0.44 <sup>a</sup>	3.74 ± 0.43 <sup>a</sup>
C20: 0	0.19 ± 0.02 <sup>a</sup>	0.19 ± 0.01 <sup>a</sup>	0.17 ± 0.03 <sup>a</sup>	0.19 ± 0.02 <sup>a</sup>	0.18 ± 0.01 <sup>a</sup>	0.21 ± 0.03 <sup>a</sup>
C21: 0	0.08 ± 0.00 <sup>a</sup>	0.07 ± 0.01 <sup>a</sup>	0.07 ± 0.01 <sup>a</sup>	0.07 ± 0.01 <sup>a</sup>	0.08 ± 0.01 <sup>a</sup>	0.08 ± 0.01 <sup>a</sup>
C22: 0	0.58 ± 0.07 <sup>a</sup>	0.58 ± 0.06 <sup>a</sup>	0.56 ± 0.06 <sup>a</sup>	0.58 ± 0.07 <sup>a</sup>	0.59 ± 0.09 <sup>a</sup>	0.63 ± 0.01 <sup>a</sup>
C23: 0	0.79 ± 0.03 <sup>a</sup>	0.75 ± 0.06 <sup>a</sup>	0.76 ± 0.08 <sup>a</sup>	0.76 ± 0.03 <sup>a</sup>	0.77 ± 0.08 <sup>a</sup>	0.81 ± 0.12 <sup>a</sup>
C14: 1	0.15 ± 0.00 <sup>a</sup>	0.15 ± 0.01 <sup>a</sup>	0.15 ± 0.01 <sup>a</sup>	0.15 ± 0.01 <sup>a</sup>	0.15 ± 0.01 <sup>a</sup>	0.16 ± 0.01 <sup>a</sup>
C16: 1	11.13 ± 0.98 <sup>a</sup>	10.31 ± 0.83 <sup>a</sup>	10.21 ± 1.35 <sup>a</sup>	10.54 ± 1.25 <sup>a</sup>	10.71 ± 1.14 <sup>a</sup>	11.63 ± 1.66 <sup>a</sup>
C17: 1	0.27 ± 0.04 <sup>a</sup>	0.26 ± 0.04 <sup>a</sup>	0.25 ± 0.04 <sup>a</sup>	0.25 ± 0.04 <sup>a</sup>	0.27 ± 0.03 <sup>a</sup>	0.30 ± 0.04 <sup>a</sup>
C18:1n9t	0.26 ± 0.03 <sup>a</sup>	0.25 ± 0.02 <sup>a</sup>	0.25 ± 0.03 <sup>a</sup>	0.26 ± 0.02 <sup>a</sup>	0.24 ± 0.03 <sup>a</sup>	0.26 ± 0.03 <sup>a</sup>
C18:1n9c	32.85 ± 1.02 <sup>a</sup>	34.35 ± 1.16 <sup>a</sup>	36.11 ± 2.36 <sup>a</sup>	35.32 ± 1.04 <sup>a</sup>	34.87 ± 0.70 <sup>a</sup>	33.50 ± 2.94 <sup>a</sup>
C20:1n9	1.94 ± 0.14 <sup>b</sup>	1.69 ± 0.12 <sup>ab</sup>	1.52 ± 0.10 <sup>a</sup> Min	1.53 ± 0.20 <sup>a</sup>	1.79 ± 0.17 <sup>ab</sup>	1.92 ± 0.31 <sup>b</sup>
C22: 1n-9	0.05 ± 0.01 <sup>a</sup>	0.05 ± 0.01 <sup>a</sup>	0.05 ± 0.01 <sup>a</sup>	0.05 ± 0.00 <sup>a</sup>	0.05 ± 0.00 <sup>a</sup>	0.05 ± 0.00 <sup>a</sup>
C24: 1n-9	0.04 ± 0.00 <sup>a</sup>	0.04 ± 0.00 <sup>a</sup>	0.04 ± 0.01 <sup>a</sup>	0.04 ± 0.00 <sup>a</sup>	0.04 ± 0.00 <sup>a</sup>	0.04 ± 0.01 <sup>a</sup>
C18:2n6t	0.03 ± 0.00 <sup>a</sup>	0.03 ± 0.00 <sup>a</sup>	0.03 ± 0.00 <sup>a</sup>	0.03 ± 0.00 <sup>a</sup>	0.03 ± 0.01 <sup>a</sup>	0.04 ± 0.00 <sup>a</sup>
C18:2n6c	10.33 ± 1.20 <sup>a</sup>	10.08 ± 1.47 <sup>a</sup>	10.07 ± 0.77 <sup>a</sup>	9.25 ± 0.77 <sup>a</sup>	9.25 ± 0.77 <sup>a</sup>	9.25 ± 0.77 <sup>a</sup>
C20: 2	0.07 ± 0.01 <sup>a</sup>	0.07 ± 0.01 <sup>a</sup>	0.07 ± 0.00 <sup>a</sup>	0.07 ± 0.01 <sup>a</sup>	0.07 ± 0.01 <sup>a</sup>	0.07 ± 0.01 <sup>a</sup>
C22: 2	0.12 ± 0.01 <sup>ab</sup>	0.14 ± 0.02 <sup>c</sup>	0.13 ± 0.01 <sup>ab</sup>	0.11 ± 0.01 <sup>a</sup>	0.11 ± 0.01 <sup>a</sup>	0.11 ± 0.01 <sup>a</sup>
C18: 3n-6	0.10 ± 0.01 <sup>a</sup>	0.10 ± 0.01 <sup>a</sup>	0.10 ± 0.01 <sup>a</sup>	0.10 ± 0.01 <sup>a</sup>	0.10 ± 0.01 <sup>a</sup>	0.10 ± 0.01 <sup>a</sup>
C18: 3n-3(ALA)	0.58 ± 0.01 <sup>a</sup>	0.65 ± 0.07 <sup>a</sup>	1.00 ± 0.09 <sup>b</sup>	0.89 ± 0.09 <sup>a</sup>	0.89 ± 0.09 <sup>a</sup>	0.89 ± 0.09 <sup>a</sup>
C20: 3n-6	0.37 ± 0.01 <sup>a</sup>	0.37 ± 0.03 <sup>a</sup>	0.39 ± 0.03 <sup>a</sup>	0.37 ± 0.03 <sup>a</sup>	0.37 ± 0.03 <sup>a</sup>	0.37 ± 0.03 <sup>a</sup>
C20: 3n-3	0.06 ± 0.00 <sup>a</sup>	0.06 ± 0.00 <sup>a</sup>	0.06 ± 0.00 <sup>a</sup>	0.06 ± 0.00 <sup>a</sup>	0.06 ± 0.00 <sup>a</sup>	0.06 ± 0.00 <sup>a</sup>
C20: 5n-3(EPA)	1.40 ± 0.07 <sup>a</sup>	1.64 ± 0.08 <sup>bc</sup> Max	1.72 ± 0.10 <sup>c</sup>	1.53 ± 0.10 <sup>b</sup>	1.53 ± 0.10 <sup>b</sup>	1.53 ± 0.10 <sup>b</sup>
C22: 6n-3(DHA)	6.80 ± 0.24 <sup>ab</sup>	7.23 ± 0.78 <sup>b</sup>	8.46 ± 1.16 <sup>b</sup>	7.64 ± 0.78 <sup>a</sup>	7.64 ± 0.78 <sup>a</sup>	7.64 ± 0.78 <sup>a</sup>
SFA	33.43 ± 0.39 <sup>b</sup>	31.53 ± 1.03 <sup>ab</sup>	29.38 ± 1.55 <sup>a</sup> Min	31.79 ± 1.03 <sup>ab</sup>	31.79 ± 1.03 <sup>ab</sup>	31.79 ± 1.03 <sup>ab</sup>
UFA	66.57 ± 0.39 <sup>a</sup>	68.47 ± 1.03 <sup>ab</sup>	70.62 ± 1.55 <sup>b</sup>	68.21 ± 1.03 <sup>ab</sup>	68.21 ± 1.03 <sup>ab</sup>	68.21 ± 1.03 <sup>ab</sup>
MUFA	46.70 ± 1.29 <sup>a</sup>	47.09 ± 1.64 <sup>a</sup>	48.59 ± 3.15 <sup>a</sup>	48.14 ± 1.29 <sup>a</sup>	48.14 ± 1.29 <sup>a</sup>	48.14 ± 1.29 <sup>a</sup>
PUFA	19.88 ± 0.91 <sup>ab</sup>	21.37 ± 0.67 <sup>ab</sup>	22.03 ± 1.81 <sup>b</sup>	20.07 ± 0.91 <sup>ab</sup>	20.07 ± 0.91 <sup>ab</sup>	20.07 ± 0.91 <sup>ab</sup>
Σn3/Σn6	0.81±0.13 <sup>ab</sup>	0.99±0.23 <sup>b</sup>	1.06±0.09 <sup>b</sup>	1.03±0.13 <sup>ab</sup>	1.03±0.13 <sup>ab</sup>	1.03±0.13 <sup>ab</sup>
Δ6-D	1.03 ± 0.25 <sup>a</sup>	1.30 ± 0.32 <sup>ab</sup>	1.62 ± 0.26 <sup>b</sup>	1.32 ± 0.36 <sup>ab</sup>	1.07 ± 0.18 <sup>ab</sup>	1.05 ± 0.18 <sup>a</sup>

这些结果表明，饮食中补充适量的SIF可以增加ALA、DHA、EPA等保健脂肪酸的含量，影响鱼肉的健康益处。并且提高了肌肉中Δ6-D基因的表达。

# 结果

Table 5 Effects of dietary SIF supplementation (mg/kg) on muscle amino acid composition (mg/100 g tissue) of grass carp.

	Dietary SIF levels(mg/kg diet)					
	0	25	50	75	100	125
Glu	9.22 ± 0.62 <sup>ab</sup>	11.16 ± 0.82 <sup>c</sup>	11.89 ± 0.88 <sup>c</sup>	11.28 ± 1.32 <sup>c</sup>	10.52 ± 0.79 <sup>bc</sup>	8.59 ± 0.86 <sup>a</sup>
Asp	1.54 ± 0.05 <sup>ab</sup>	1.67 ± 0.13 <sup>b</sup>	1.69 ± 0.05 <sup>b</sup>	1.65 ± 0.08 <sup>ab</sup>	1.61 ± 0.06 <sup>ab</sup>	1.51 ± 0.08 <sup>a</sup>
Ser	8.98 ± 0.74 <sup>a</sup>	9.11 ± 0.52 <sup>ab</sup>	10.38 ± 1.17 <sup>b</sup>	10.10 ± 0.48 <sup>ab</sup>	9.18 ± 0.33 <sup>ab</sup>	8.97 ± 0.71 <sup>a</sup>
Gly	85.14 ± 1.28 <sup>a</sup>	89.53 ± 1.89 <sup>ab</sup>	92.22 ± 3.57 <sup>b</sup>	89.45 ± 1.42 <sup>ab</sup>	85.50 ± 2.22 <sup>a</sup>	85.32 ± 4.43 <sup>a</sup>
Ala	21.92 ± 0.73 <sup>a</sup>	25.59 ± 1.75 <sup>b</sup>	26.26 ± 0.47 <sup>b</sup>	22.04 ± 0.73 <sup>a</sup>	21.71 ± 0.87 <sup>a</sup>	21.69 ± 1.38 <sup>a</sup>
Lys	15.37 ± 0.85 <sup>a</sup>	17.26 ± 2.16 <sup>ab</sup>	20.53 ± 1.69 <sup>c</sup>	19.81 ± 1.93 <sup>bc</sup>	19.61 ± 1.61 <sup>bc</sup>	16.61 <sup>bc</sup>
Met	3.74 ± 0.18 <sup>a</sup>	3.50 ± 0.29 <sup>a</sup>	3.39 ± 0.06 <sup>a</sup>	3.48 ± 0.33 <sup>a</sup>	3.48 ± 0.33 <sup>a</sup>	3.35 <sup>a</sup>
Thr	15.61 ± 0.94 <sup>a</sup>	14.99 ± 0.85 <sup>a</sup>	15.99 ± 1.24 <sup>a</sup>	14.73 ± 0.95 <sup>a</sup>	14.73 ± 0.95 <sup>a</sup>	14.45 <sup>a</sup>
Leu	4.64 ± 0.24 <sup>a</sup>	5.02 ± 0.45 <sup>ab</sup>	5.49 ± 0.47 <sup>b</sup>	5.25 ± 0.28 <sup>ab</sup>	5.25 ± 0.28 <sup>ab</sup>	5.33 <sup>a</sup>
Ile	2.95 ± 0.33 <sup>a</sup>	3.23 ± 0.30 <sup>ab</sup>	3.50 ± 0.22 <sup>b</sup>	2.87 ± 0.15 <sup>a</sup>	2.87 ± 0.15 <sup>a</sup>	2.23 <sup>a</sup>
Arg	17.02 ± 1.56 <sup>ab</sup>	17.54 ± 0.92 <sup>ab</sup>	18.50 ± 1.61 <sup>b</sup>	18.27 ± 1.93 <sup>b</sup>	18.27 ± 1.93 <sup>b</sup>	17.40 <sup>a</sup>
Val	5.18 ± 0.42 <sup>a</sup>	5.26 ± 0.28 <sup>a</sup>	5.30 ± 0.53 <sup>a</sup>	5.07 ± 0.23 <sup>a</sup>	5.07 ± 0.23 <sup>a</sup>	5.69 <sup>a</sup>
Phe	3.72 ± 0.10 <sup>a</sup>	5.19 ± 0.37 <sup>c</sup>	4.92 ± 0.32 <sup>c</sup>	4.36 ± 0.21 <sup>b</sup>	4.36 ± 0.21 <sup>b</sup>	4.29 <sup>a</sup>
His	175.82 ± 11.29 <sup>a</sup>	185.56 ± 8.61 <sup>a</sup>	177.72 ± 7.87 <sup>a</sup>	171.74 ± 6.35 <sup>a</sup>	171.74 ± 6.35 <sup>a</sup>	179.60 <sup>a</sup>
Cys	0.44 ± 0.02 <sup>a</sup>	0.58 ± 0.05 <sup>b</sup>	0.56 ± 0.04 <sup>b</sup>	0.45 ± 0.02 <sup>a</sup>	0.45 ± 0.02 <sup>a</sup>	0.40 <sup>a</sup>
Tyr	3.72 ± 0.22 <sup>b</sup>	3.39 ± 0.22 <sup>ab</sup>	3.07 ± 0.37 <sup>a</sup> Min	3.42 ± 0.17 <sup>ab</sup>	3.42 ± 0.17 <sup>ab</sup>	3.36 <sup>c</sup>
Total	375.00 ± 12.97 <sup>a</sup>	398.58 ± 4.76 <sup>b</sup>	401.39 ± 13.53 <sup>b</sup>	383.81 ± 5.32 <sup>ab</sup>	376.08 ± 8.41 <sup>a</sup>	367.78 ± 12.83 <sup>a</sup>

甜味氨基酸

SIF添加量为25-50 mg / kg时，各类FAA含量显著增加，尤其是风味相关的FAA含量，并且总含量最高。其中Asp和Gly含量的增加可能会影响5'-IMP含量

<sup>1</sup>All data were expressed as means ± SD (n = 6). Mean values within the same row with different superscripts are significantly different (P < 0.05).



# 结果

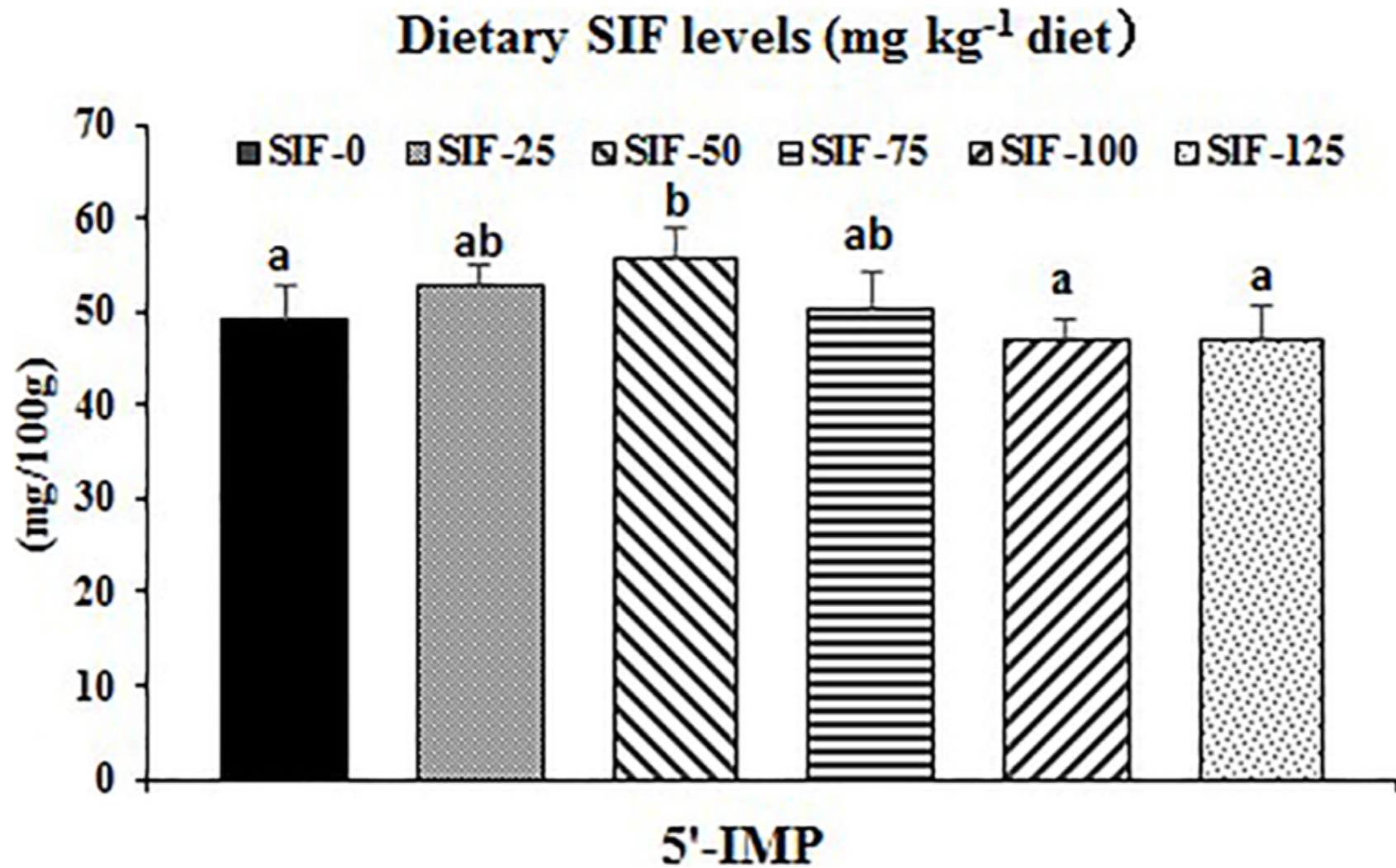


Fig 1 Effects of SIF on the 5'-IMP in the muscle of grass carp.

FAA和5'-IMP的协同作用在动物肉的风味和味道发展中起重要作用，Glu、鲜味氨基酸和几种甜味氨基酸（Ser，Gly和Ala）与5'-IMP共同作用有助于改善肉的鲜味，我们的结果表明最佳的膳食SIF补充可以改善肌肉的风味。

# 结果

**Table 6 Muscle shear force (N), cooking loss (%), hydroxyproline concentration (mg/g tissue) and cathepsin B and L activities (U/g muscle) of grass carp fed diets with graded levels of SIF (mg/kg).**

	Dietary SIF levels(mg/kg diet)					
	0	25	50	75	100	125
Shear force	1.25 ± 0.38 <sup>b</sup>	1.17 ± 0.61 <sup>ab</sup>	1.16 ± 0.43 <sup>a</sup>	1.18 ± 0.53 <sup>ab</sup>	1.20 ± 0.83 <sup>ab</sup>	1.22 ± 0.60 <sup>ab</sup>
Cooking loss	14.38 ± 0.79 <sup>b</sup>	13.41 ± 0.86 <sup>ab</sup>	13.11 ± 0.80 <sup>a</sup>	13.55 ± 1.24 <sup>ab</sup>	14.12 ± 1.02 <sup>ab</sup>	14.32 ± 0.68 <sup>b</sup>
Hydroxyproline	0.48 ± 0.04 <sup>b</sup>	0.5 <sup>d</sup> <b>Min</b>	0.59 ± 0.03 <sup>d</sup> <b>Max</b>	0.53 ± 0.01 <sup>c</sup>	0.43 ± 0.03 <sup>a</sup>	0.40 ± 0.02 <sup>a</sup>
Cathepsin B	3.89 ± 0.22 <sup>cd</sup>	3.18 ± 0.22 <sup>ab</sup>	3.09 ± 0.25 <sup>a</sup>	3.42 ± 0.25 <sup>b</sup>	3.75 ± 0.25 <sup>c</sup>	4.13 ± 0.14 <sup>d</sup>
Cathepsin L	2.02 ± 0.12 <sup>c</sup>	1.67 ± 0.13 <sup>a</sup>	1.66 ± 0.04 <sup>a</sup>	1.81 ± 0.15 <sup>ab</sup>	1.95 ± 0.17 <sup>bc</sup>	2.20 ± 0.04 <sup>d</sup>

<sup>1</sup>All data were expressed as means ± SD (n = 6). Mean values within the same row with different superscripts are significantly different ( $P < 0.05$ ).

保水力和嫩度等物理特性也是评估鱼肉品质的重要参数。本结果表明，最佳饮食SIF补充减少了蒸煮损失，降低了肌肉剪切力，说明SIF补充增加了鱼肌肉的保水力和嫩度

# 结果

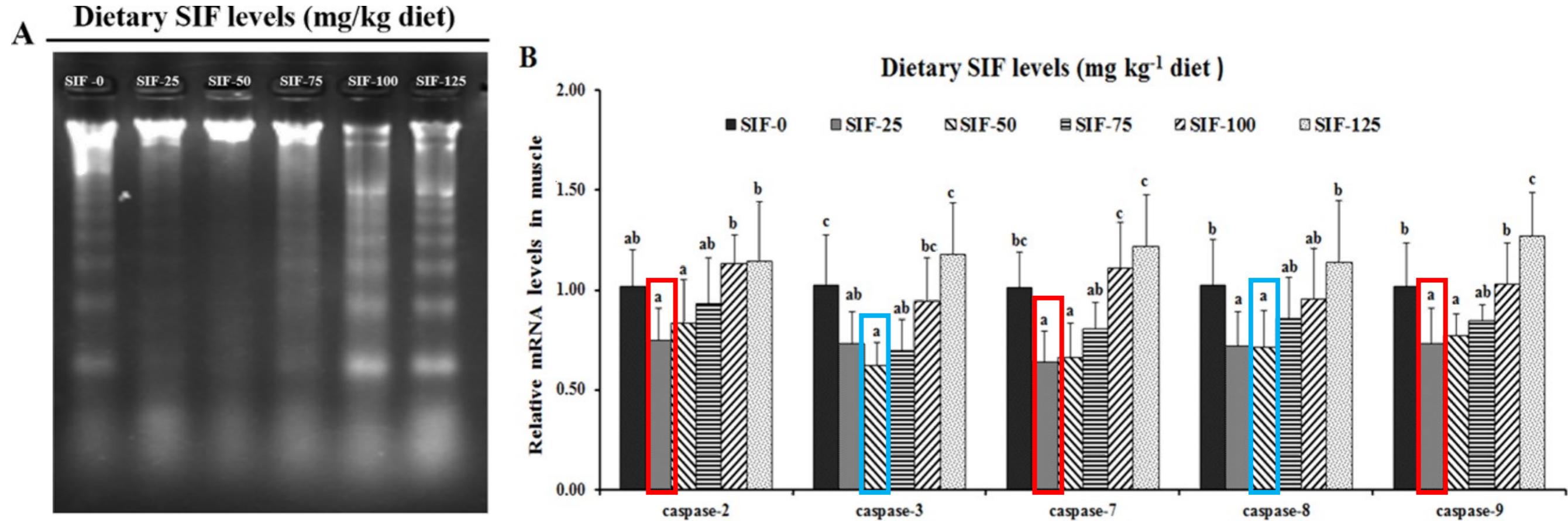


Fig 2 Effects of SIF on the apoptosis in the muscle of grass carp.(A) DNA fragmentation. (B) *Caspase-2, -3, -7, -8 and -9* genes expression.

细胞凋亡与保水力有关，DNA片段化是细胞凋亡的特征，这个结果表明，WHC的升高可能与鱼类肌肉细胞凋亡的减少有关。

# 结果

**Table 7 Effects of dietary SIF supplementation (mg/kg) on antioxidant parameters in the muscle of grass carp.**

	Dietary SIF levels(mg/kg diet)					
	0	25	50	75	100	125
ROS	99.91 ± 7.78 <sup>d</sup>	79.81 ± 5.07 <sup>ab</sup>	77.20 ± 4.23 <sup>a</sup>	85.48 ± 3.79 <sup>bc</sup>	88.14 ± 5.01 <sup>c</sup>	97.81 ± 8.65 <sup>d</sup>
MDA	11.02 ± 0.58 <sup>b</sup>	9.86 ± 0.33 <sup>a</sup>	9.16 ± 0.88 <sup>a</sup>	10.01 ± 0.73 <sup>a</sup>	11.57 ± 1.04 <sup>b</sup>	13.14 ± 0.23 <sup>c</sup>
PC	2.49 ± 0.13 <sup>c</sup>	1.47 ± 0.13 <sup>a</sup>	1.42 ± 0.16 <sup>a</sup>	1.53 ± 0.12 <sup>a</sup>	1.80 ± 0.15 <sup>b</sup>	2.48 ± 0.18 <sup>c</sup>
CuZnSOD	2.48 ± 0.15 <sup>a</sup>	2.48 ± 0.09 <sup>a</sup>	2.57 ± 0.26 <sup>a</sup>	2.55 ± 0.15 <sup>a</sup>	2.52 ± 0.12 <sup>a</sup>	2.48 ± 0.14 <sup>a</sup>
MnSOD	2.99 ± 0.20 <sup>ab</sup>	3.39 ± 0.31 <sup>bc</sup>	3.79 ± 0.07 <sup>c</sup>	3.58 ± 0.29 <sup>c</sup>	2.72 ± 0.54 <sup>a</sup>	2.71 ± 0.39 <sup>a</sup>
CAT	2.21 ± 0.09 <sup>a</sup>	3.99 ± 0.27 <sup>cd</sup>	4.21 ± 0.33 <sup>d</sup>	3.91 ± 0.22 <sup>bc</sup>	3.64 ± 0.31 <sup>b</sup>	2.00 ± 0.14 <sup>a</sup>
GPx	139.87 ± 7.25 <sup>ab</sup>	151.19 ± 14.06 <sup>bc</sup>	167.96 ± 11.54 <sup>d</sup>	166.94 ± 14.76 <sup>d</sup>	156.82 ± 8.09 <sup>bc</sup>	133.34 ± 6.85 <sup>a</sup>
GST	61.06 ± 5.56 <sup>a</sup>	76.60 ± 7.05 <sup>b</sup>	93.99 ± 7.59 <sup>c</sup>	80.42 ± 5.03 <sup>b</sup>	62.95 ± 5.37 <sup>a</sup>	57.03 ± 4.85 <sup>a</sup>
GR	23.65 ± 1.70 <sup>b</sup>	26.34 ± 2.27 <sup>c</sup>	28.21 ± 1.89 <sup>c</sup>	26.68 ± 1.80 <sup>c</sup>	23.84 ± 1.90 <sup>b</sup>	20.96 ± 1.67 <sup>a</sup>
GSH	3.52 ± 0.30 <sup>a</sup>	4.15 ± 0.32 <sup>b</sup>	4.51 ± 0.29 <sup>c</sup>	4.27 ± 0.26 <sup>bc</sup>	4.09 ± 0.27 <sup>b</sup>	3.34 ± 0.18 <sup>a</sup>

<sup>1</sup>All data were expressed as means ± SD (n = 6). Mean values within the same row with different superscripts are significantly different ( $P < 0.05$ ). ROS, reactive oxygen species (% DCF florescence); MDA, malondialdehyde (nmol/g tissue); PC, protein carbonyl (nmol/mg protein); CuZnSOD, copper/zinc superoxide dismutase (U/mg

增加的嫩度可能与保水力和抗氧化能力相关，确实适宜的SIF补充增强了鱼肌肉中的保水力，并且此表的结果也说明嫩度的改变可能是由于GSH含量和抗氧化酶活性的增加引起的



# 结果

A

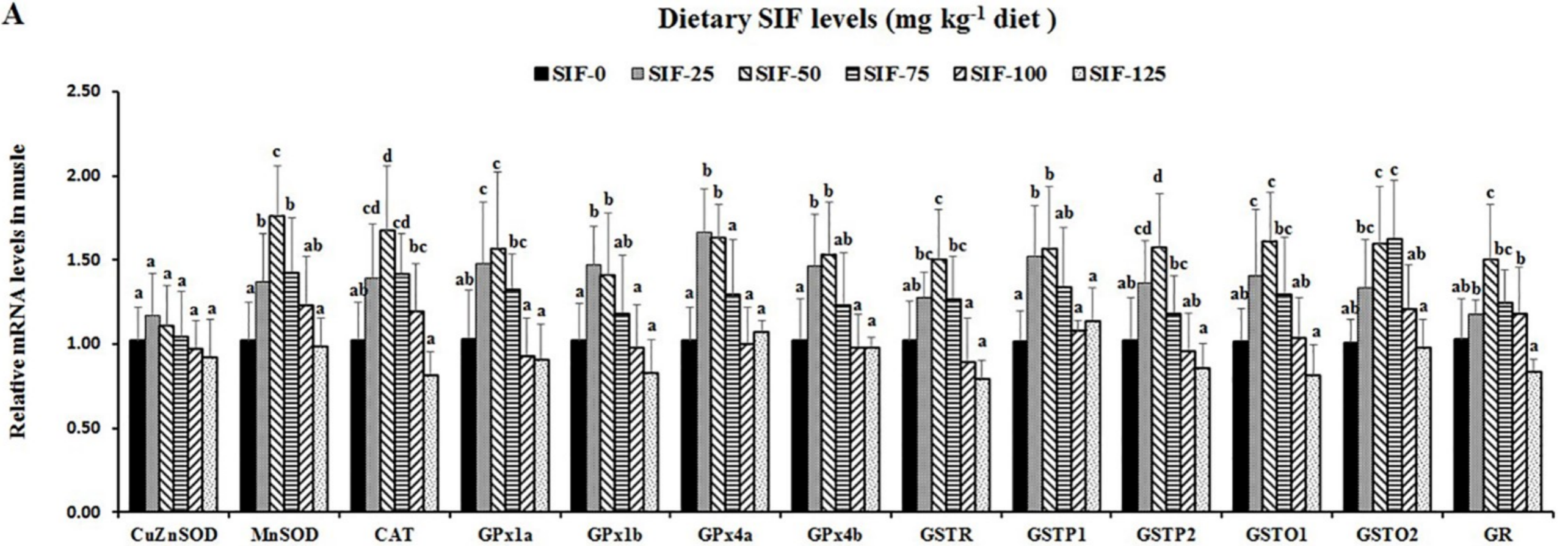


Fig 3 Effects of SIF on the antioxidative enzyme genes expression and signaling molecules in the muscle of grass carp.

(A) *CuZnSOD*, *MnSOD*, *CAT*, *GPx1a*, *GPx1b*, *GPx4a*, *GPx4b*, *GSTR*, *GSTP1*, *GSTP2*, *GSTO1*, *GSTO2* and *GR*.

Valu 除CuZnSOD外，SIF适量添加可引起抗氧化相关基因的变化，随着添加量的增加，基因 significant

除CuZnSOD外，SIF适量添加可引起抗氧化相关基因的变化，随着添加量的增加，基因的表达量随之增加，但增加到一定程度会抑制这些积极作用，这表明，最佳SIF添加改善的嫩度与抗氧化能力有紧密联系。

B

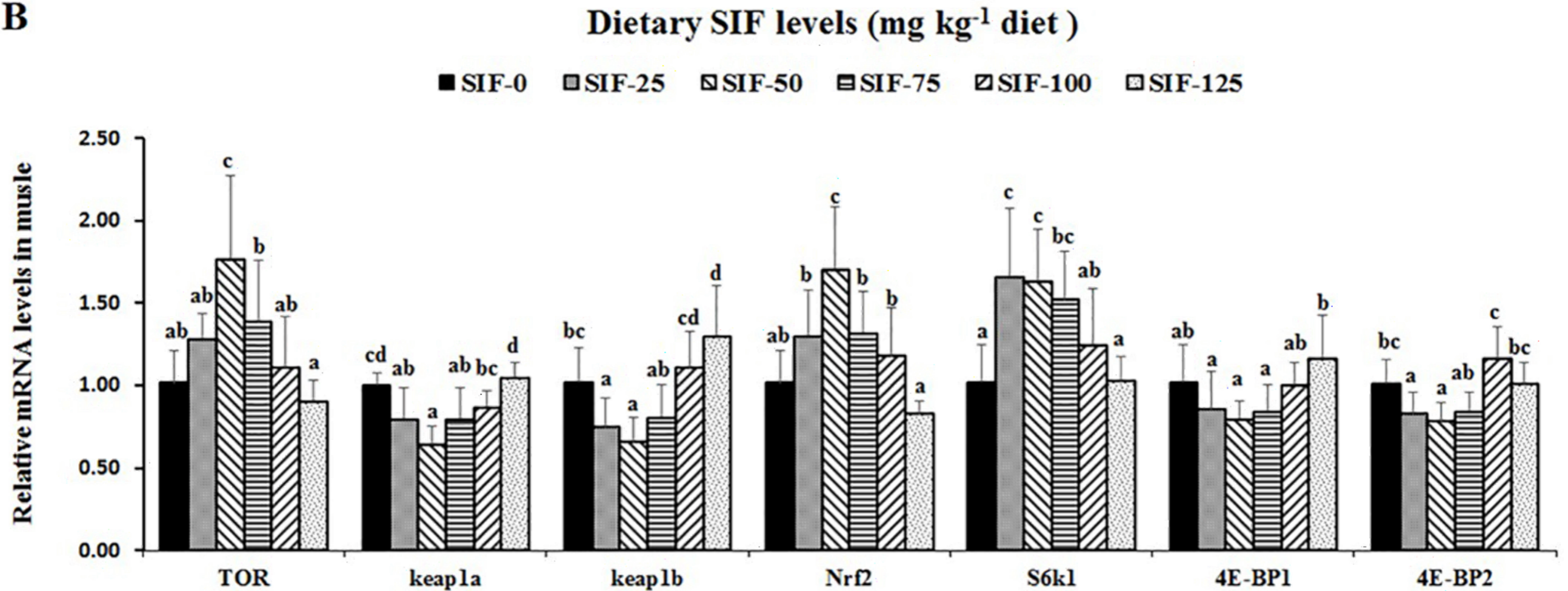


Fig 3 Effects of SIF on the antioxidative enzyme genes expression and signaling molecules in the muscle of grass carp. (B) TOR, Keap1a, Keap1b, Nrf2, S6K1, 4E-BP1 and 4E-BP2.

由图得知，最佳SIF补充升高了Nrf2的mRNA水平，并降低了Keap1a和1bmRNA的水平，这表明SIF最适添加可以通过降低肌肉中Keap1基因的表达来增加抗氧化酶基因的表达。



# 结果

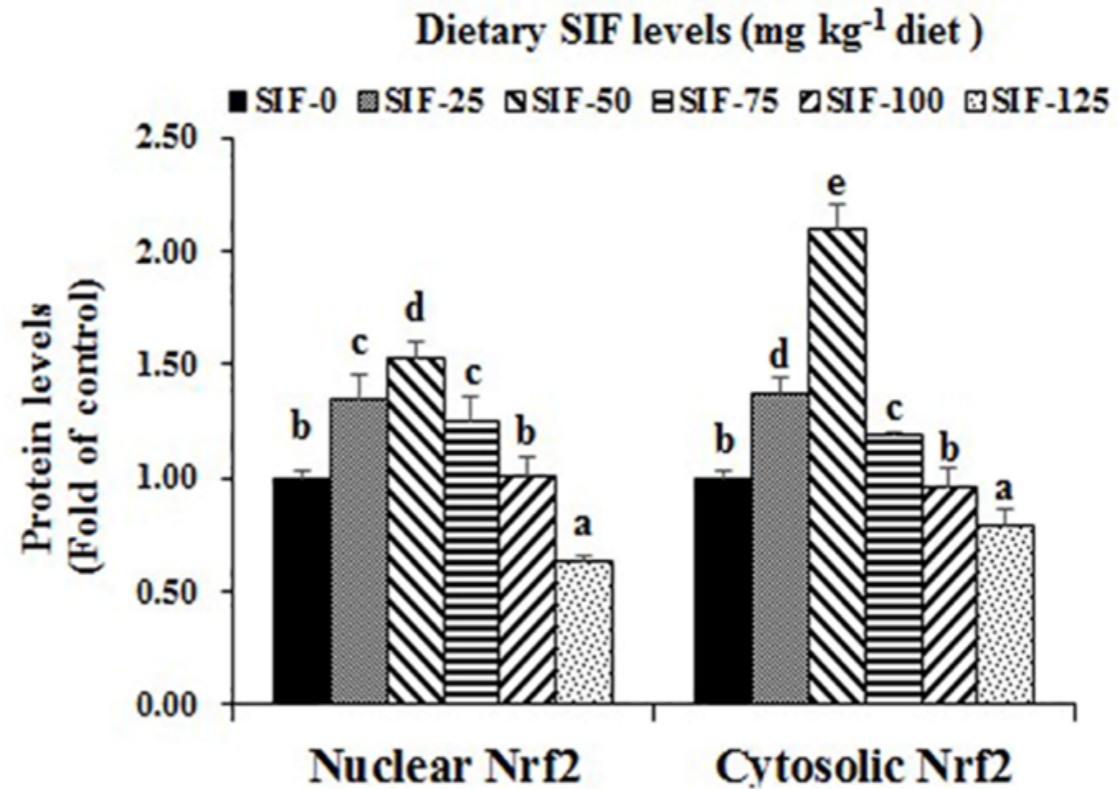
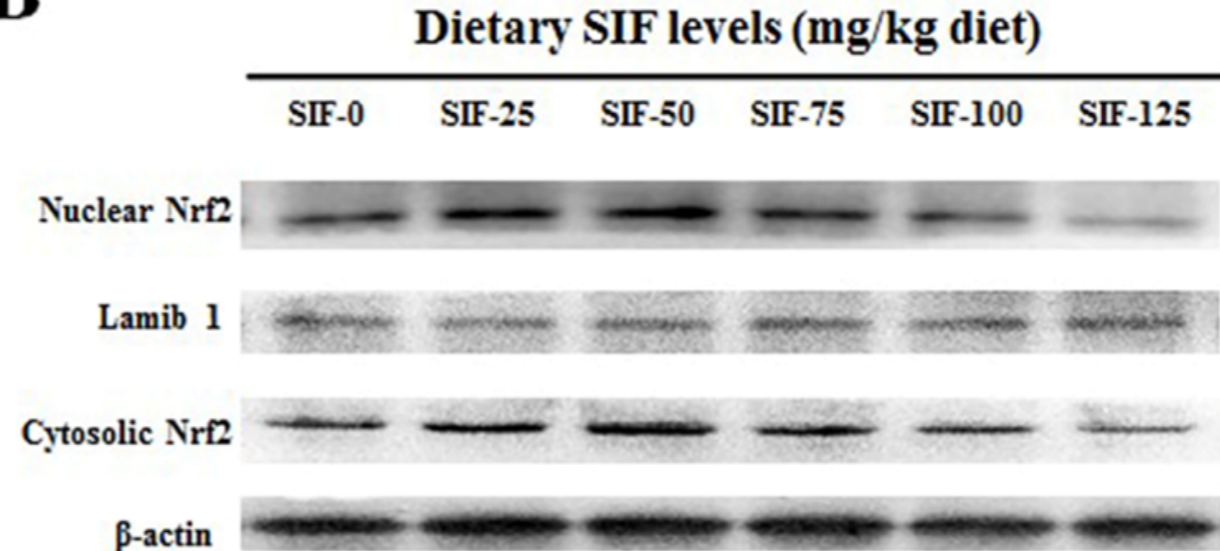
Fig 4 Effects of SIF on the protein levels of TOR and Nrf2 in the muscle of grass carp.

(B) Nuclear Nrf2 and cytosolic Nrf2 protein levels.

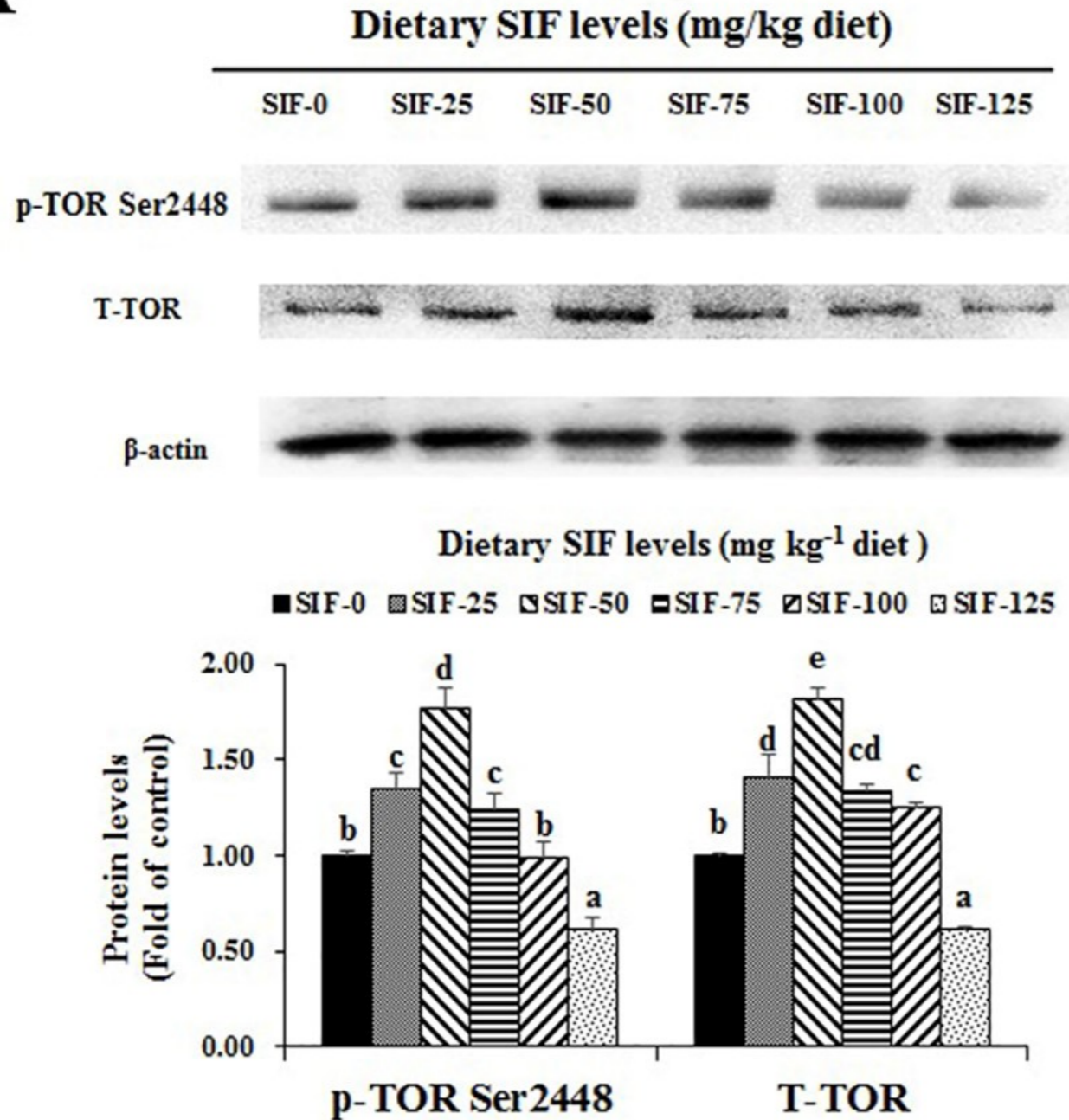
Values are means (n = 6). error bars

通过蛋白提取，我们看到，50 mg / kg的SIF补充升高了Nrf2核蛋白和胞浆蛋白水平，综合以上结果，最佳的SIF通过降低肌肉中Keap1基因的表达来增加Nrf2核易位，从而增加抗氧化酶相关基因的表达

## B



# 结果 A



**Fig 4 Effects of SIF on the protein levels of TOR and Nrf2 in the muscle of grass carp.**

**(A) p-TOR Ser2448 and T-TOR protein levels**

Values are means ( $n = 6$ ), error bars indicate SD, and different letters above a bar denote the significant difference between treatments ( $P < 0.05$ ). p-TOR

高水平添加的SIF会抑制这些作用，这表明过量的SIF可能会降低蛋白质含量，这可能与过量SIF会抑制TOR信号传导有关。



04

总结

# 总结

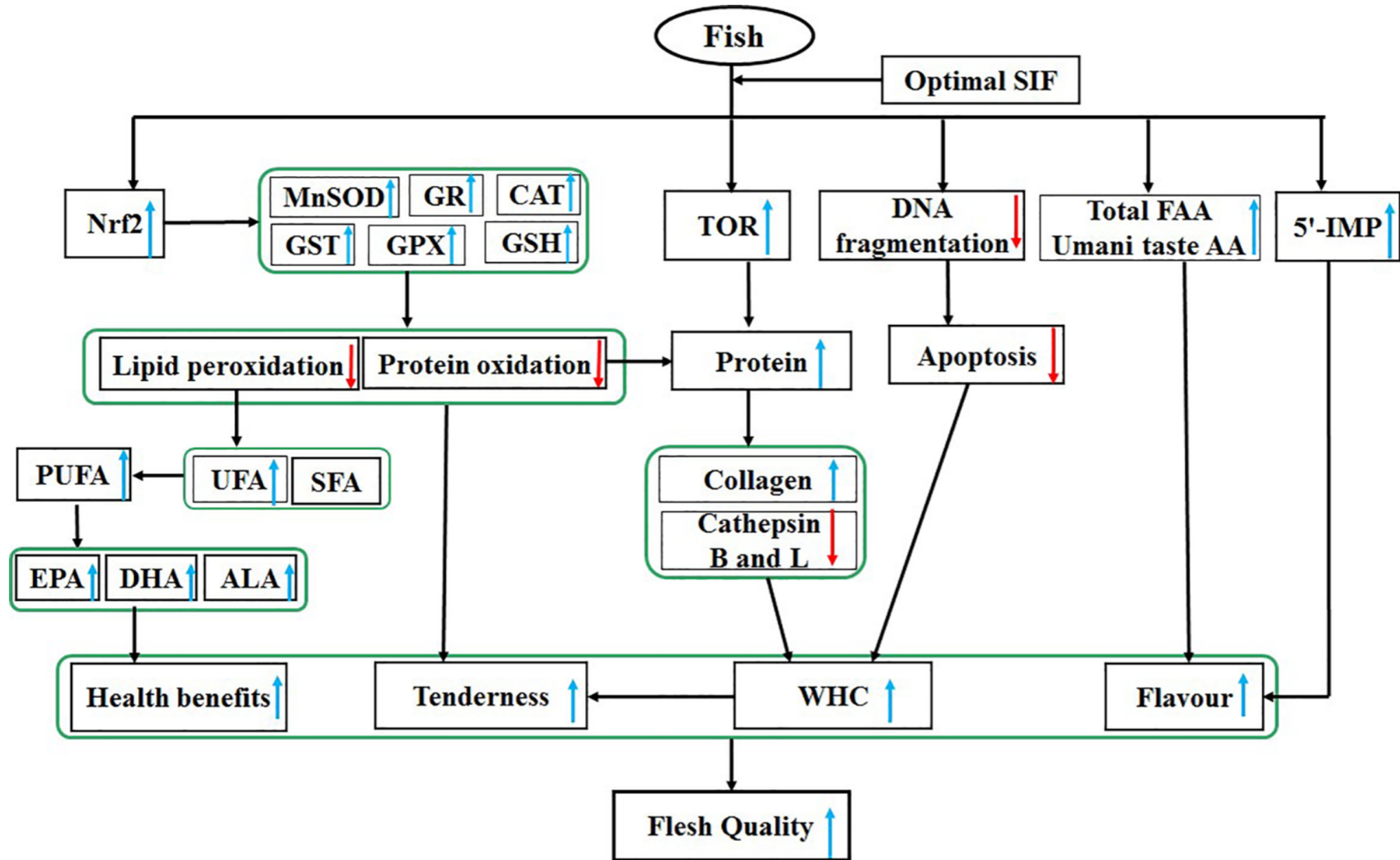


Fig 5 General summary for the effects of dietary SIF on meat quality and its potential signaling pathways in the muscle of fish. WHC, water-holding capacity; Nrf2, NF-E2-related factor 2; 5'-IMP, 5'-inosine monophosphate; FAA, free amino acids; TOR, target of rapamycin.

# 总结

## (1)

- 最佳饮食SIF补充（25或50 mg / kg）可增加肌肉蛋白质总PUFA，保健脂肪酸（ALA，EPA和DHA），总游离氨基酸，Glu，Asp，5'-IMP含量，保水力和鱼肉的嫩度，提高营养价值，健康益处，风味质量指标；

## (2)

- 最佳饮食SIF补充（25或50 mg / kg饮食）可增加保水力和嫩度，从而改善肉质。进一步的研究表明，SIF升高的保水力可能与高浓度的胶原蛋白，低的组织蛋白酶B和L活性以及鱼肌肉凋亡减少有关，而SIF补充后嫩度增加可能与肌肉中WHC升高和抗氧化能力增强有关。另一方面，SIF增加的抗氧化能力归因于鱼肌肉中GSH含量和抗氧化酶（CuZnSOD除外）活性的增加，这些活性受其基因表达和Nrf2信号调节。

## (3)

- 与最佳SIF水平相比，过量SIF添加（100或125 mg / kg）也可能抑制其中一些积极的作用。



# THANK YOU

请各位老师、师兄师姐批评指正!