

**2018**

# 读书报告

报告人：胡俊仪

时间：2018.5.19



ELSEVIER

Contents lists available at [ScienceDirect](#)

# Aquaculture

journal homepage: [www.elsevier.com/locate/aquaculture](http://www.elsevier.com/locate/aquaculture)



Effects of dietary carbohydrate sources on growth, digestive enzyme activity, gene expression of hepatic GLUTs and key enzymes involved in glycolysis-gluconeogenesis of giant grouper *Epinephelus lanceolatus* larvae

Senda Lu<sup>a,b</sup>, Xiaoyi Wu<sup>a,b,\*</sup>, Yujie Gao<sup>a,b</sup>, Delbert M. Gatlin III<sup>c</sup>, Mingjuan Wu<sup>a,b</sup>, Wei Yao<sup>a,b</sup>, Zibo Jin<sup>a,b</sup>, Xiaojun Li<sup>a,b</sup>, Yu Dong<sup>a,b</sup>

<sup>a</sup> State Key Laboratory of Marine Resource Utilization in South China Sea, Hainan University, Haikou 570228, China

<sup>b</sup> Department of Aquaculture, Ocean College of Hainan University, Haikou 570228, China

<sup>c</sup> Department of Wildlife and Fisheries Sciences, Texas A & M University, College Station, TX 77843-2258, USA



# 目 录

1

背景介绍

2

研究方法和思路

3

研究内容和结果

4

讨论和思考

5

结论

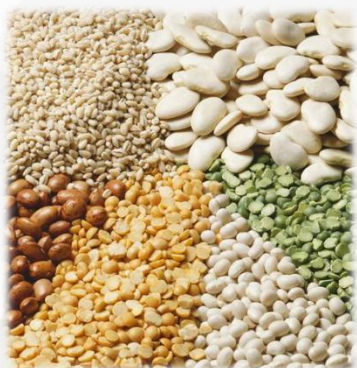
01

---

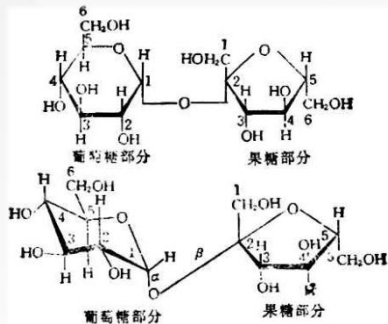
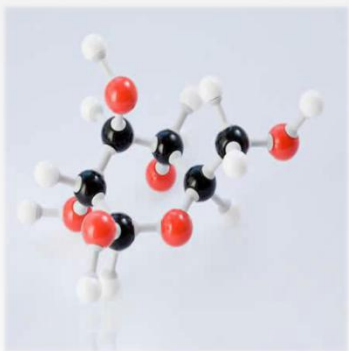
# 背景介绍

**鞍带石斑鱼**(学名: *Epinephelus lanceolatus*, 常见英文俗名: giant grouper、brindle bass 及 Queensland grouper), 中文俗名紫石斑鱼。分布于印度-太平洋区, 西起非洲东岸、红海, 北至日本南部, 南至澳洲西北部(波斯湾除外)。台湾东北部海域有产。这个品种的鱼最大可以成长至约2.7米长, 440公斤重。鞍带石斑鱼通常居住在沿珊瑚礁区的洞穴或岩缝中, 以小鲨鱼及小海龟等数种海洋生物为食。





糖类来源广泛、价格低廉，是最经济的能量物质。适当使用可节约饲料成本。

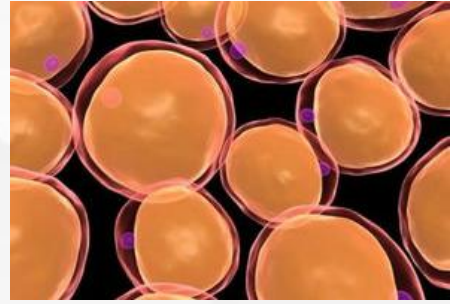
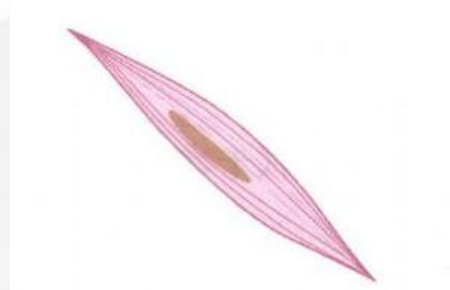
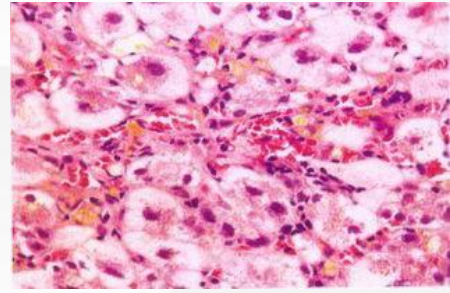
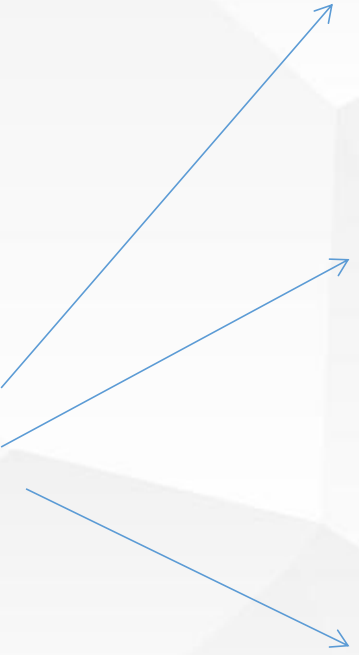
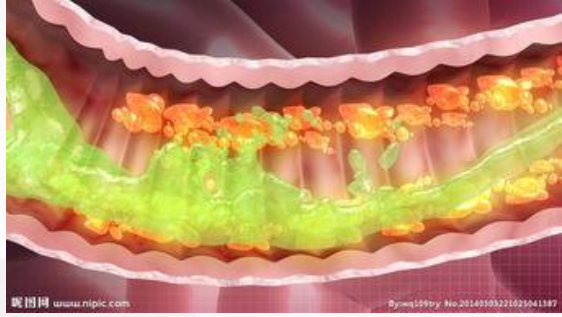


膳食碳水化合物可分为可消化的单糖，双糖和多糖以及难消化的半纤维素和纤维素。



为每种主要培养鱼类建立适当的膳食碳水化合物来源是非常重要的。

CHO



02

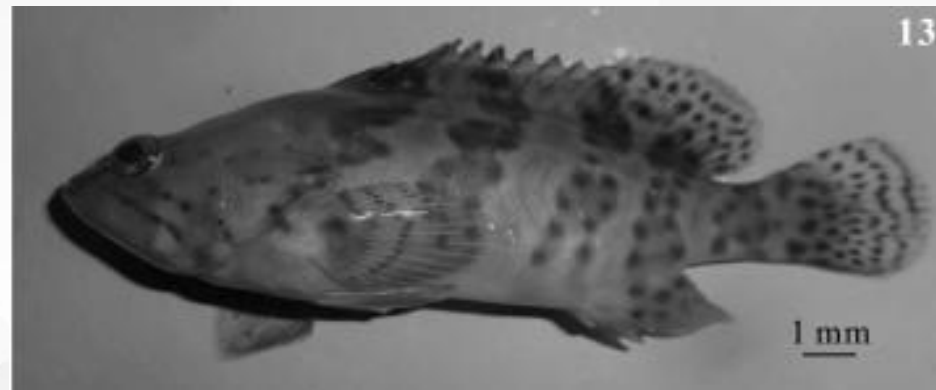
---

# 研究方法思路



## 实验对象：

**鞍带石斑鱼幼鱼**（孵化后29天）全身覆盖鳞片，身体形成斑纹，鱼苗个体在形态上、习性上与成鱼相似，但其求食欲望特强，食量大，饵料成分和成年鱼一样，生长速度快，是较好的实验动物。



鞍带石斑幼鱼29DPH

纤维素  
CHO18%

葡萄糖  
CHO18%

麦芽糖  
CHO18%

玉米淀粉  
CHO18%

21天养殖实验

生长指标

消化酶的活  
性

肝葡萄糖转  
运蛋白  
(GLUTs)  
的基因表达

糖酵解 - 糖  
异生的关键  
酶基因表达

## 饲料成分表:

Ingredients	Cellulose	Glucose	Maltose	Starch
Anchovy fish meal - Peruvian <sup>b</sup>	45.28	45.28	45.28	45.28
Casein	21.4	21.4	21.4	21.4
Salmon oil - Chilean <sup>c</sup>	8.32	8.32	8.32	8.32
Vitamin mixture <sup>d</sup>	1.5	1.5	1.5	1.5
Mineral mixture <sup>c</sup>	1.5	1.5	1.5	1.5
Soya bean lecithin	4	4	4	4
Maize starch	0	0	0	18.00
Maltose	0	0	18.00	0
Glucose	0	18.00	0	0
Cellulose	18.00	0	0	0
Analyzed compositions				
Dry matter %	92	90	91	92
Crude protein %	52.27	52.32	51.51	52.15
Crude lipid %	15.50	15.43	14.92	15.36
Ash %	10.41	10.49	10.76	10.15

**03**

---

# 研究内容和结果

# 1、生长指标

**Table 3**

Growth performance and Specific growth rate of giant grouper larvae fed with dietary different carbohydrate sources for 21 days.<sup>1</sup>

	Final weight (g)	WG% <sup>2</sup>	TGC (% day <sup>-1</sup> ) <sup>3</sup>
Cellulose	3.58 <sup>b</sup>	4237 <sup>b</sup>	18.0 <sup>b</sup>
Glucose	2.55 <sup>c</sup>	3167 <sup>c</sup>	16.6 <sup>c</sup>
Maltose	2.86 <sup>c</sup>	3746 <sup>bc</sup>	17.4 <sup>bc</sup>
Maize starch	4.13 <sup>a</sup>	5292 <sup>a</sup>	19.0 <sup>a</sup>
Pooled SEM	0.19	254	0.3
<i>P</i> -values	0	0.001	0.002

1 Values are means ( ± SEM) of three replicate cages, and values within the same column with different letters are significantly ( $P < 0.05$ ) different.

2 Weight gain (%):  $100 \times (\text{final mean weight} - \text{initial mean weight}) / \text{initial mean weight}$ .

3 Thermal growth coefficient (TGC, % day<sup>-1</sup>):  $100 \times (\text{Ln final fish weight} - \text{Ln initial fish weight}) / \text{the experimental duration in days}$ .

## 2、消化酶的活性

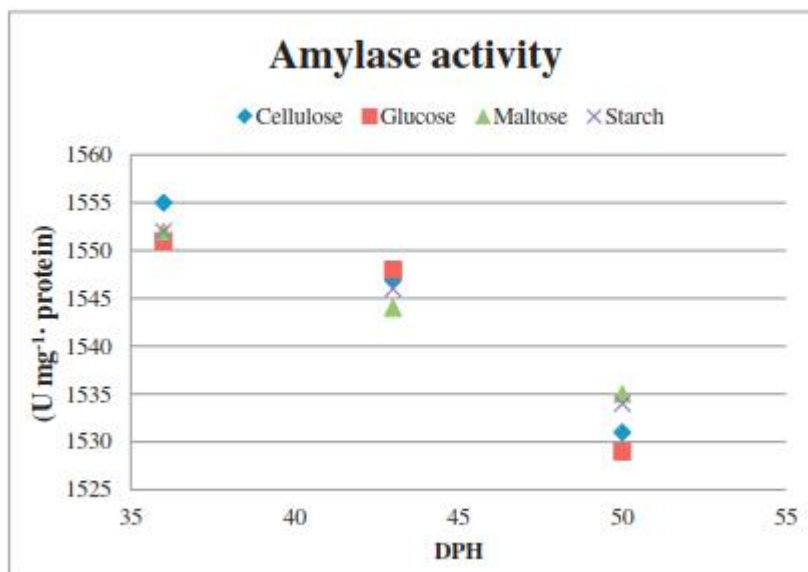
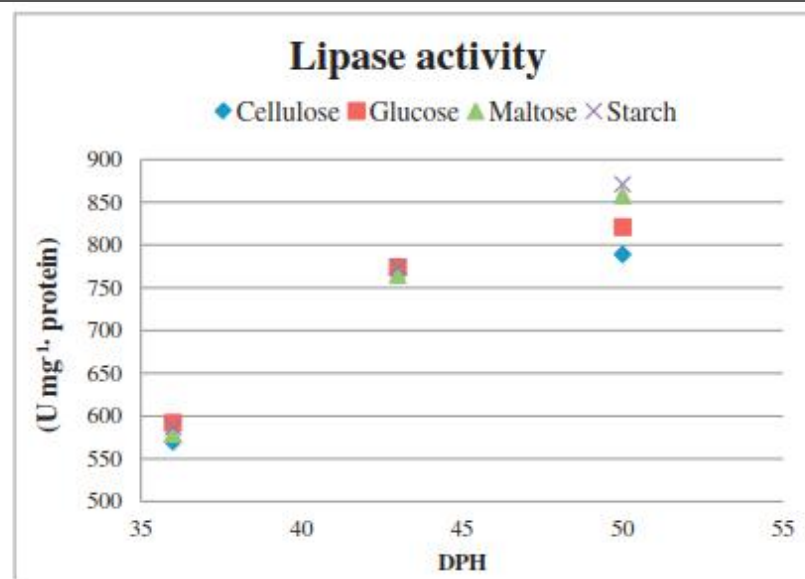
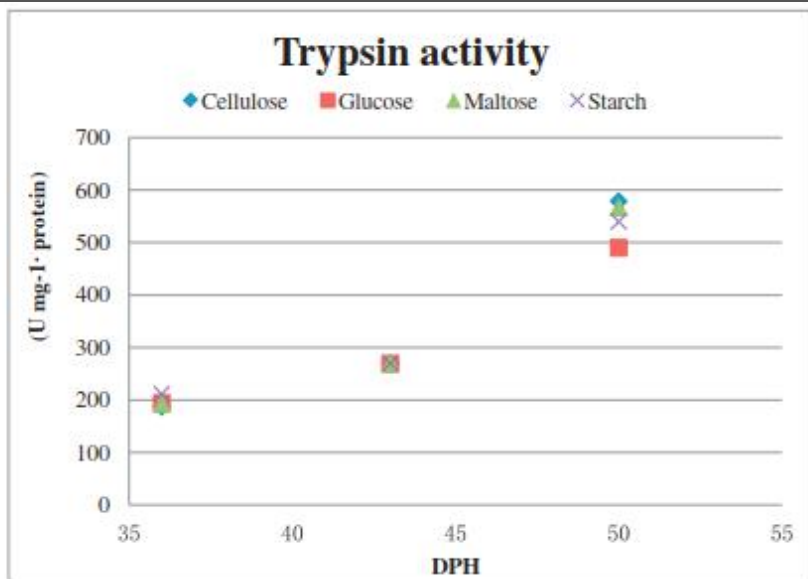
Carbohydrate sources	DPH	Trypsin (U mg <sup>-1</sup> ·protein)	Lipase enzyme (U mg <sup>-1</sup> ·protein)	α-amylase (U mg <sup>-1</sup> ·protein)
Cellulose	36	187	570	1555
	43	270	766	1547
	50	579	789	1531
Glucose	36	194	592	1551
	43	269	774	1548
	50	490	821	1529
Maltose	36	193	579	1552
	43	270	765	1544
	50	567	858	1535
Starch	36	211	587	1552
	43	270	774	1546
	50	540	871	1534
Pooled SEM		3.1	2.6	0.5
Means of main effects <sup>1</sup>				
Cellulose		346 <sup>A</sup>	709 <sup>B</sup>	1544
Glucose		318 <sup>B</sup>	729 <sup>AB</sup>	1543
Maltose		343 <sup>A</sup>	734 <sup>A</sup>	1543
Starch		340 <sup>AB</sup>	744 <sup>A</sup>	1544
	36	197 <sup>c</sup>	582 <sup>c</sup>	1552 <sup>a</sup>
	43	270 <sup>b</sup>	770 <sup>b</sup>	1547 <sup>b</sup>
	50	544 <sup>a</sup>	835 <sup>a</sup>	1532 <sup>c</sup>
Analysis of variance				
Carbohydrate sources		0.017	0.01	NS <sup>2</sup>
DPH		< 0.001	< 0.001	< 0.001
Interaction		0.002	0.002	NS

葡萄糖组的胰蛋白酶活性显著低于纤维素组和麦芽糖组，但与玉米淀粉组相比没有显著性差异。

玉米淀粉组和麦芽糖组的肠道脂肪酶活性显著高于纤维素组，但与葡萄糖组相比，脂肪酶活性没有显著差异。

胰α-淀粉酶活性并不受膳食糖源的影响。

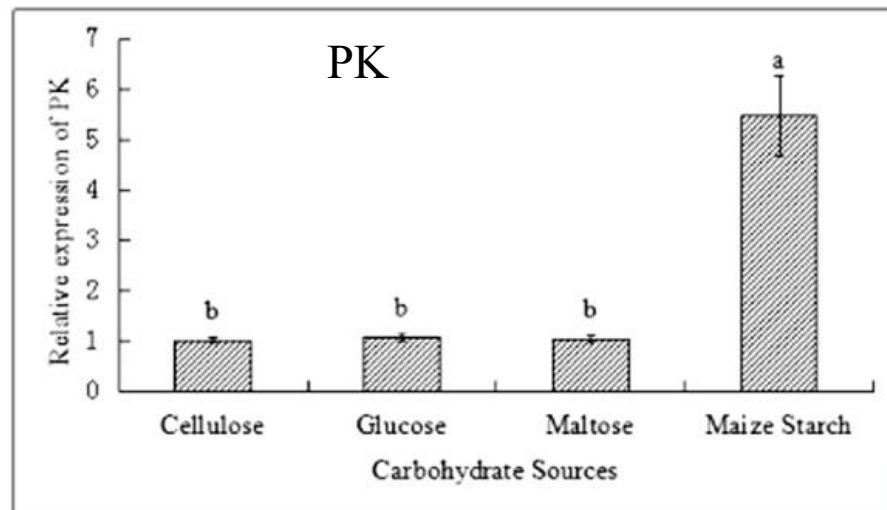
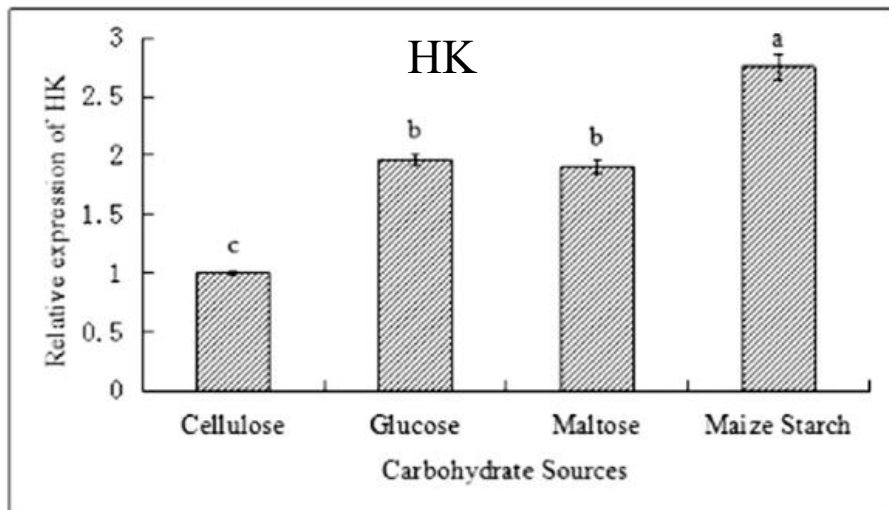
## 2、消化酶的活性



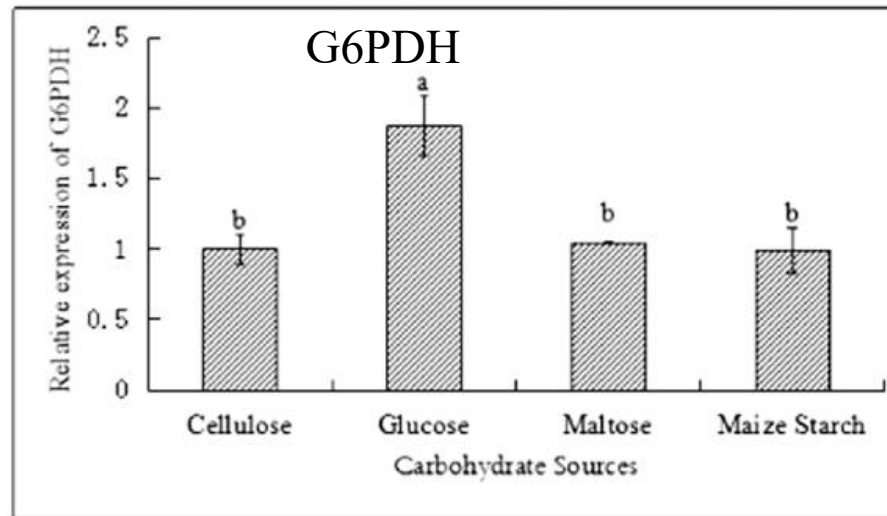
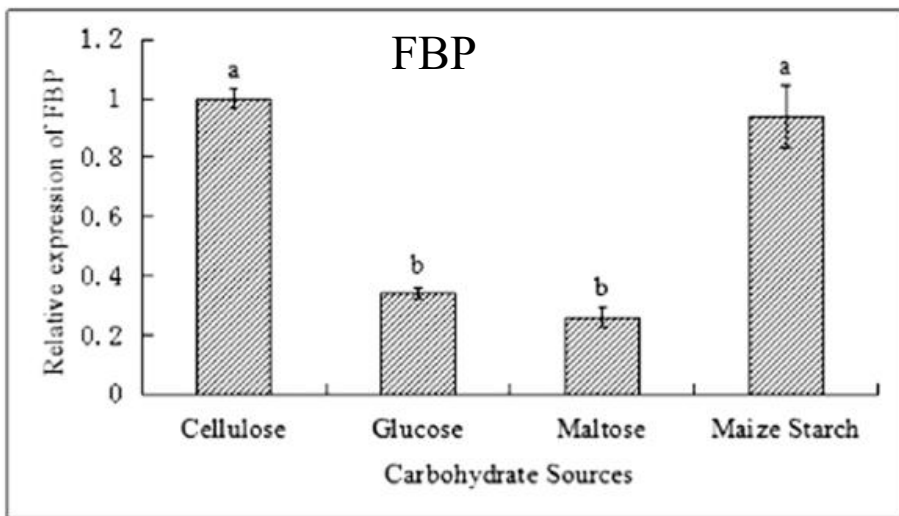
随着幼鱼的发育，胰脏胰蛋白酶和肠道脂肪酶活性显著增加，而 $\alpha$ -淀粉酶活性显著降低。

### 3、肝GLUT1, GLUT4及糖代谢酶基因的mRNA表达水平

糖酵解



糖异生





### 3、肝GLUT1, GLUT4及糖代谢酶基因的mRNA表达水平

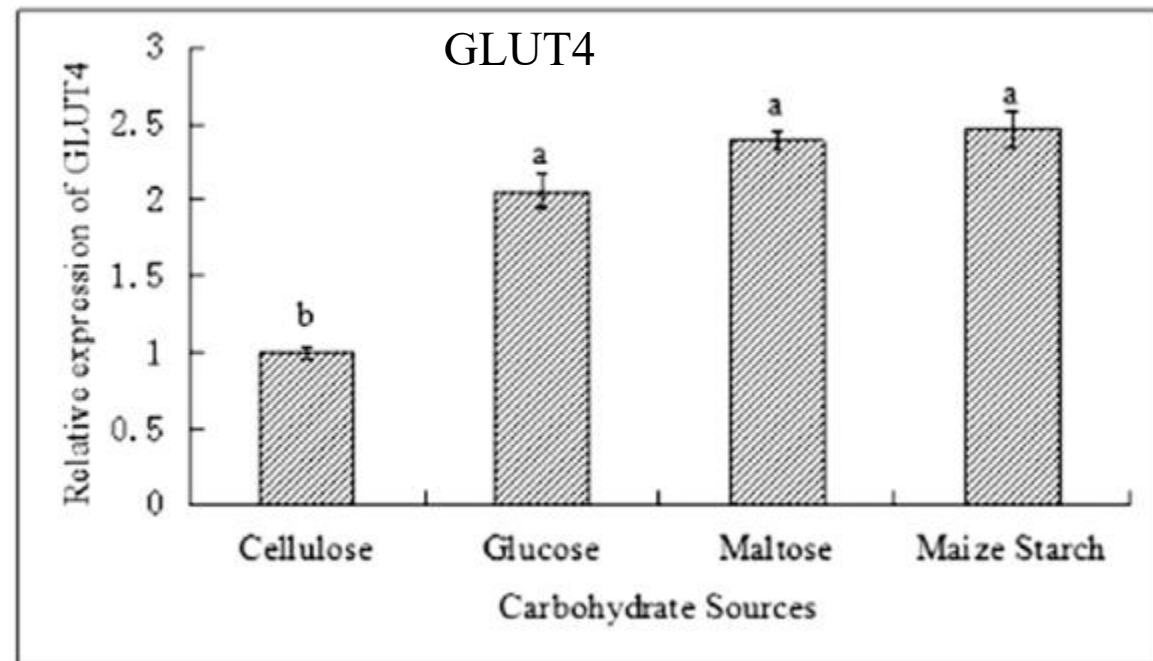
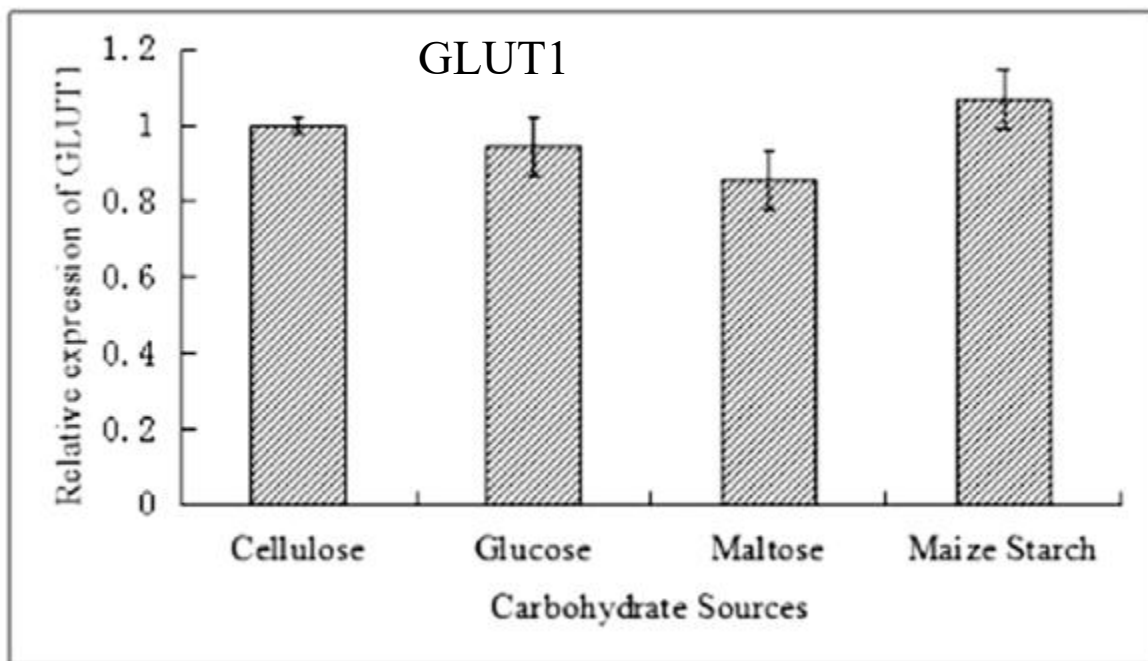


Fig. 3. The relative mRNA expression levels of hepatic GLUTs (GLUT1, GLUT4) genes in liver of grouper larvae fed with different dietary carbohydrate sources for 21 days. Relative mRNA expression was evaluated by real-time quantitative PCR. The gene expression of the cellulose group was set at 1. Values are means  $\pm$  S.E.M. (n = 3). Bars of the same gene bearing with different letters are significantly different by Tukey's test ( $P < 0.05$ ). GLUT1: glucose transporter 1; GLUT4: glucose transporter 4.

**04**

---

# 讨论和思考

研究结果显示，用玉米淀粉饲喂的鞍带石斑鱼幼鱼的体重增长率比用纤维素，葡萄糖或麦芽糖饲喂的幼鱼高，表明葡萄糖和麦芽糖不是鞍带石斑鱼幼鱼主要的能量来源，并且很少被糖酵解分解代谢。

与单糖（葡萄糖）或二糖（麦芽糖）相比，鞍带石斑鱼幼鱼能更好地利用多糖（淀粉），这可能是由于淀粉消化分解成葡萄糖进入血液较慢，便于细胞储存。

难以消化的碳水化合物像纤维素是无法被鱼体吸收的，这可能是纤维素组的体重增长缓慢的原因。

G6PDH是参与脂肪酸合成所必需的一种关键酶（Enes等，2009）。在这项研究中，与用纤维素，麦芽糖或玉米淀粉饲喂的鱼相比，用葡萄糖喂养的鱼的肝脏G6PDH mRNA表达水平更高，这一结果与军曹鱼（Cui等人，2010），彩虹鳟鱼（Hung和Storebakken，1994）和欧洲海鲈鱼（Enes等，2006）相同。这可能是由于与纤维素，麦芽糖或玉米淀粉饲喂的鱼相比，用葡萄糖饲喂的鱼脂肪的活性更高。然而，在金头鲷（Enes等，2010），杂交罗非鱼（Lin和Shiau，1995）和斑点石斑鱼（Shiau和Lin，2002）中观察到的结果表明，饲喂淀粉的鱼比饲喂葡萄糖的鱼具有更高的G6PDH活性。上面的不同结果可能是由于鱼种，鱼类生长阶段和其他实验条件的不同造成的。

据报道，在哺乳动物（Mcgowan等，1995）以及虹鳟（Teerijoki等，2001a），鲤鱼（Teerijoki等，2001b），斑马鱼（Jensen等，2006）等一些鱼类中，GLUT1起着转运葡萄糖以维持基本代谢的作用。这可能部分解释了在本研究中，肝GLUT1mRNA表达水平保持不变，并且不受不同CHO来源的影响。

GLUT4在高等脊椎动物的葡萄糖稳态中发挥重要作用（Kamalama等，2017）。目前研究表明，在杂交石斑鱼的肝脏组织中检测到GLUT4的基因表达，虽然以前对褐鳟，鲑鱼和大西洋鳕的研究表明GLUT4主要在胰岛素敏感组织如心脏，肌肉和脂肪组织中表达（Planas 2000; Capilla等人，2004; Hall等人，2006）。饲喂葡萄糖，麦芽糖或玉米淀粉的鱼的肝脏GLUT4基因的mRNA表达水平显著高于喂食纤维素的鱼，这表明摄取可消化的CHO可以提高肝脏GLUT4的基因表达水平。

**05**

---

**结论**

总之，这项研究的结果表明，饲喂玉米淀粉的鞍带石斑鱼幼鱼比饲喂纤维素，葡萄糖或麦芽糖的鞍带石斑鱼幼鱼生长的更好；饲料CHO源显著影响糖酵解和糖异生关键酶基因HK，PK，FBP和G6PDH mRNA表达。

可消化的CHO的摄取可以改善鞍带石斑鱼幼鱼肝细胞GLUT4 mRNA表达水平。

**2018**

**谢谢观看**