

黄颡鱼饲料中适宜的蛋白质含量和能量蛋白比

蒋蓉, 宋学宏, 叶元土, 蔡春芳, 杨彩根, 黄鹤忠

(苏州大学农业科学与技术学院, 水产研究所, 江苏 苏州 215006)

摘要: 采用 3×3 因子试验法设计了3种不同蛋白质水平(36%、37.5%、39%)及能量蛋白比水平(37、38、39 kJ/g 蛋白)的9种试验饲料, 以体重为 (11.65 ± 0.85) g的黄颡鱼 *Pseudobagrus fulvidraco* R. 为养殖对象, 在水温为 (24.0 ± 0.5) °C的室内恒温循环水养殖系统中进行为期68 d的生长试验。结果表明, 饲料中蛋白质含量与能量蛋白比对黄颡鱼的生长和消化率的影响显著, 其中以8号饲料(蛋白质39.13%, 能量蛋白比38.23 kJ/g 蛋白)的养殖效果和饲料干物质的消化率为最好。对饲料中蛋白质含量、能量蛋白比与增重率、饲料系数、特定增长率、蛋白质效率、饲料干物质的表观消化率、脂肪的表观消化率指标进行回归分析, 结果表明, 黄颡鱼人工配合饲料中适宜的蛋白质含量为37.58%~39.02%, 适宜的能量蛋白比(C/P)为38.29~39.23 kJ/g 蛋白。

关键词: 黄颡鱼; 配合饲料; 蛋白质含量; 能量蛋白比

中图分类号: S963

文献标识码: A

黄颡鱼 *Pseudobagrus fulvidraco* R. 又名黄腊丁, 属鲇形目、鲿科、黄颡鱼属, 栖息于河川缓流和湖泊的底层, 是一种典型的杂食偏食动物性鱼类。该鱼肉质细嫩, 味道鲜美, 蛋白质含量高, 脂肪含量低, 营养价值较高。然而, 黄颡鱼的养殖生产推广速度较慢, 其主要原因是大规格鱼种的规模化养殖技术没有突破, 而全价配合饲料的研制及批量生产又是黄颡鱼规模化生产的关键技术之一。目前, 国内对黄颡鱼营养需求的基础研究较少^[1-4], 尚无较为成熟的营养配方。为此, 作者对黄颡鱼饲料中的最适蛋白质含量及能量蛋白比(C/P)进行了研究, 旨在为研制适合黄颡鱼生长的全价配合饲料提供理论基础。

1 材料与方法

1.1 试验用鱼

黄颡鱼取自苏州市养殖总场澄湖分场, 为本课题组人工繁殖的鱼种, 体重 (11.65 ± 0.85) g, 体长 (11.35 ± 0.78) cm, 试验前先经过15 d的驯养。

1.2 试验饲料

在邹社校^[1]、韩庆等^[2-4]的研究基础上, 对试验饲料采用 3×3 因子法设计, 在跨度较小的3个蛋白质水平(36%、37.5%、39%)下, 分别设计3个能量蛋白比水平(37、38、39 kJ/g 蛋白), 用 α -淀粉调节能量, 纤维素作为平衡剂, 共配成9种饲料, 编号为1~9号(表1)。饲料原料经粉碎后用40目筛过滤, 按配比精确称量, 混合、搅拌均匀, 并用饲料颗粒机制成直径1.5 mm的硬颗粒饲料, 冷藏备用。

收稿日期: 2004-02-23

基金项目: 苏州市农业科技发展基金项目资助(SNZ-0117); 江苏省三项工程项目资助(PJ2002-33)

作者简介: 蒋蓉(1982-), 女, 研究生。通讯作者: 宋学宏, 女, 副教授。E-mail: xuehongsong0943@sina.com.cn

表1 试验饲料的配方及营养成分实测值
Tab.1 Composition and result of ingredients of the tested diets

营养成分	饲料编号								
	1	2	3	4	5	6	7	8	9
白鱼粉	51.1	51.1	51.1	54.0	54.0	54.0	56.9	56.9	56.9
豆油	2.7	2.7	2.7	2.8	2.8	2.8	3.0	3.0	3.0
α -淀粉	7.2	11.3	15.4	7.7	12.0	16.3	8.1	12.6	17.9
草粉	14.0	14.0	14.0	14.0	14.0	14.0	14.0	14.0	14.0
微晶纤维素	17.0	12.9	8.8	13.5	9.2	4.9	10.0	5.5	0.2
添加剂	5.0	5.0	5.0	5.0	5.0	5.0	5.0	5.0	5.0
羧甲基纤维素	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0
干物质	92.97	93.68	93.21	93.31	92.76	93.69	93.83	91.43	93.34
粗蛋白	35.88	36.06	36.25	37.81	37.71	37.66	38.81	39.13	39.11
粗脂肪	6.08	6.19	6.17	6.25	6.35	6.14	6.26	6.33	6.30
总糖	14.54	16.38	19.80	14.57	17.00	21.51	15.46	18.70	24.40
粗纤维	21.10	17.10	13.00	17.70	13.40	9.10	14.20	9.70	4.40
灰分	14.76	15.14	15.11	15.36	15.04	15.84	16.22	14.91	16.16
总能/(MJ·kg ⁻¹)	13.38	13.78	14.41	13.91	14.34	15.02	14.30	14.96	15.92
C/P/(kJ·g ⁻¹ 蛋白)	37.29	38.22	39.74	36.79	38.03	39.88	36.85	38.23	40.71

注:营养成分为实测值,总能为计算值,粗蛋白、脂肪、总糖的能值分别为23 640、39 539、17 154 J/g。

1.3 试验方法

试验在50 cm×60 cm×100 cm的水族箱中进行,每箱20尾,挑选体质健壮、大小基本一致的黄颡鱼冬片鱼种。每种饲料设置3个重复,共27箱,各箱间随机排列。试验采用恒温循环水养殖系统,试验期间水温(24.0±0.5)℃,溶氧在6 mg/L以上,pH约为7.2。

饲料投喂量为鱼体重的4.0%~4.5%,每2周称重1次,调整投饲量。每天投喂3次:8:00(占日粮的25%)、13:00(占日粮的25%)、18:00(占日粮的50%)。每天用虹吸法吸出残饵,并在早晨(投饵前)、晚上(20:00)各吸粪1次,将包膜完整的粪便经70℃烘干后测定成分。试验从2003年1月6日开始,3月14日结束(68 d)。

1.4 测定及计算方法

样品营养成分的测定采用常规营养成分分析方法。饲料、粪便在测定前均经105℃烘干恒重处理,其粗蛋白含量的测定采用凯氏定氮法;粗脂肪含量的测定采用索氏抽提法;总糖的测定参照文献[5]中的方法;粗灰分的测定采用消化炉焚烧法(550℃);酸不溶灰分的测定采用4N-HCl不溶灰分法。

黄颡鱼各项指标的测定均在停食1 d后进行,其增重率、蛋白质效率、饲料系数、能量蛋白比(C/P)、饲料干物质表观消化率、营养成分表观消化率、特定生长率、肥满度、脏体比的计算方法根据文献[6、7]介绍的公式进行计算。

1.5 统计分析方法

对所有试验数据用无重复二因子协方差分析和有重复观察值的二因子方差分析后,进行邓肯氏新

复极差检验 ($P < 0.05$)。

2 结果

2.1 投喂不同饲料的黄颡鱼的生长情况

试验期间每组鱼均有少量死亡,这是由于水循环系统中同时养殖其它试验鱼而传染上腐皮病所致。各试验组黄颡鱼的肥满度、成活率等生长指标均处于较高水平,无显著差异,可见本试验中所配的9种饲料营养均较平衡,能满足黄颡鱼的生长需求。由表2可以看出,投喂不同饲料的黄颡鱼,其增重率、饲料系数、特定生长率及蛋白质效率均不同,其中以8号饲料(蛋白质含量39.13%,C/P为38.23 kJ/g 蛋白)的养殖效果最好,其增重率、特定生长率、蛋白质效率最高,而饲料系数却最低。

对试验结果进行无重复观察值的二因子协方差分析发现,各生长指标与饲料中 α -淀粉、粗纤维的线性回归关系不显著,因此,是蛋白质及能量蛋白比水平决定了黄颡鱼的生长速度,而非 α -淀粉和粗纤维水平。对结果进一步进行有重复观察值的二因子方差分析,并进行多重比较(表3)。统计分析结果表明,饲料蛋白质含量对黄颡鱼的特定生长率和蛋白质效率影响显著($P < 0.05$),其中以第3水平(39.02%)效果最佳,而对增重率、饲料系数影响不显著;不同能量蛋白比对增重率、饲料系数、特定生长率及蛋白质效率均影响显著($P < 0.05$),并以第2水平(38.16 kJ/g 蛋白)效果最好,即投喂8号饲料,黄颡鱼生长最佳。这9种饲料中无论是蛋白质含量还是能量蛋白比,均对黄颡鱼的成活率、肥满度、蛋白质的表观消化率无显著影响。

表2 9种试验饲料对黄颡鱼生长及消化率的影响

Tab. 2 Effects of nine kinds diets on the growth and apparent digestibility in the *Pseudobagrus fulvidroaco*

生长及消化指标	饲料编号								
	1	2	3	4	5	6	7	8	9
增重率/%	62.05 ^f	77.56 ^{dk}	87.18 ^{cb}	65.75 ^c	93.35 ^b	74.11 ^{cd}	64.19 ^{fc}	107.99 ^a	95.50 ^b
成活率/%	82.50	90.00	92.50	90.00	92.50	87.50	92.50	90.00	80.00
饲料系数	4.93 ^a	4.71 ^{ba}	3.91 ^{cb}	5.19 ^a	3.75 ^{cb}	4.31 ^{ba}	5.20 ^a	3.17 ^c	3.81 ^{cb}
蛋白质效率/%	0.57 ^{cd}	0.62 ^{dc}	0.68 ^{cb}	0.54 ^{cd}	0.75 ^{ba}	0.63 ^c	0.50 ^c	0.81 ^a	0.76 ^{ba}
特定生长率/(%·d ⁻¹)	0.71 ^c	0.83 ^{dk}	0.92 ^{cb}	0.73 ^{cd}	0.96 ^b	0.82 ^{dc}	0.73 ^{cd}	1.08 ^a	0.97 ^{ba}
干物质的表观消化率/%	56.50 ^{cd}	53.95 ^c	61.35 ^{dkb}	50.93 ^c	64.97 ^{cb}	55.02 ^{cd}	52.15 ^c	71.01 ^a	65.92 ^{ba}
蛋白质的表观消化率/%	93.55	92.39	94.49	94.08	94.33	93.83	93.08	95.19	94.02
脂肪的表观消化率/%	87.75 ^a	87.97 ^a	76.86 ^c	88.85 ^a	90.67 ^a	85.45 ^{ba}	80.32 ^{cb}	88.70 ^a	84.96 ^{ba}
总糖的表观消化率/%	71.50 ^c	69.01 ^c	79.60 ^{ba}	67.73 ^c	74.01 ^{cb}	80.27 ^{ba}	68.79 ^c	81.55 ^a	82.05 ^a
肥满度/%	1.30	1.32	1.34	1.30	1.31	1.31	1.30	1.32	1.34

注:同一行右上角标有相同字母者表示二者差异不显著($P > 0.05$),标有不同字母者表示二者差异显著($P < 0.05$)。

2.2 9种饲料的营养素消化率

以AIA_{4N}(酸不溶灰分)为内源指示剂测定饲料消化率,结果以8号饲料的干物质表观消化率、蛋白质表观消化率最高(71.01%、95.19%),脂肪、总糖的表观消化率也较高(表2)。进一步的统计分析结果(表3)同样表明,饲料中蛋白质处于第3水平时(39.02%),干物质的表观消化率最高(63.03%),第1、2水平间无显著差异,而脂肪的表观消化率以第2水平为最高(88.32%),但蛋白质水平对蛋白质的表观消化率及总糖的表观消化率无显著影响;能量蛋白比水平处于第2水平时

(38.16 kJ/g 蛋白), 干物质的表观消化率、脂肪的表观消化率为最好 (63.08%、89.11%), 而总糖的表观消化率以第 3 水平为最好 (80.64%), 但对蛋白质的表观消化率无显著影响。

表 3 饲料中蛋白质、能量蛋白比水平对黄颡鱼生长及消化率的统计分析结果

Tab. 3 The analysis statistics results of protein and energy - protein ratio on the growth and apparent digestibility in the *Pseudobagrus fulvidroaco*

项目	增重率	饲料系数	特定生长率	蛋白质效率	干物质表观消化率	蛋白质表观消化率	脂肪表观消化率	总糖表观消化率	
蛋白质	K_1 36.06%	75.59	4.51	0.82	0.62	57.27	93.47	84.19	73.37
	K_2 37.73%	77.74	4.41	0.84	0.64	56.97	94.05	88.32	74.00
	K_3 39.02%	89.22	4.06	0.93	0.69	63.03	94.09	84.66	77.46
	极差	13.63	0.45	0.11	0.07	6.06	0.62	4.13	4.09
	较优水平概率	$P_3 > 0.05$	$P_3 > 0.05$	$P_3 < 0.05$	$P_3 < 0.05$	$P_3 < 0.05$	$P_3 > 0.05$	$P_2 < 0.05$	$P_3 > 0.05$
能量蛋白比	K_1 36.98 KJ/g	64.00	5.11	0.72	0.54	53.19	93.54	85.64	69.34
	K_2 38.16 KJ/g	92.97	3.88	0.96	0.73	63.08	93.97	89.11	74.86
	K_3 40.11 KJ/g	85.60	4.01	0.90	0.69	60.76	94.11	82.42	80.64
	极差	28.97	1.23	0.24	0.19	9.89	0.57	6.69	11.30
	较优水平概率	$P_2 < 0.05$	$P_2 < 0.05$	$P_2 < 0.05$	$P_2 < 0.05$	$P_2 < 0.05$	$P_3 > 0.05$	$P_2 < 0.05$	$P_3 < 0.05$

2.3 饲料中适宜的蛋白质含量及 C/P

将表 3 中饲料蛋白质含量及 C/P 分别与之相对应的增重率、饲料系数、特定生长率、蛋白质效率、干物质的表观消化率、脂肪的表观消化率指标进行回归分析, 发现 C/P 与这些指标之间近似于抛物线分布。设 C/P 值为 X , 增重率为 Y_1 , 饲料系数为 Y_2 , 特定生长率为 Y_3 , 蛋白质效率为 Y_4 , 干物质的表观消化率为 Y_5 , 脂肪的表观消化率为 Y_6 , 得到抛物线回归方程分别为:

$$Y_1 = -13607.150 + 704.049X - 9.043X^2, R = 0.9997, R_{0.01} = 0.874, P < 0.01,$$

$$Y_2 = 385.987 - 19.484X + 0.248X^2, R = 0.8710, R_{0.05} = 0.754, P < 0.05,$$

$$Y_3 = -112.294 + 5.820X - 0.075X^2, R = 0.9997, R_{0.01} = 0.874, P < 0.01,$$

$$Y_4 = -87.197 + 4.515X - 0.0579X^2, R = 0.9997, R_{0.01} = 0.874, P < 0.01,$$

$$Y_5 = -4568.692 + 237.943X - 3.055X^2, R = 0.9997, R_{0.01} = 0.874, P < 0.01,$$

$$Y_6 = -2893.526 + 155.758X - 2.034X^2, R = 0.9997, R_{0.01} = 0.874, P < 0.01.$$

由此可知, C/P 与增重率、饲料系数、特定生长率、蛋白质效率、干物质的表观消化率、脂肪的表观消化率之间相关均达到显著水平。根据回归方程计算, 当 X 分别为 38.93%、39.23%、38.93%、38.96%、38.94%、38.29% 时, Y_1, Y_2, \dots, Y_6 分别有极值, 即黄颡鱼饲料中适宜的 C/P 值应为 38.29 ~ 39.23 kJ/g 蛋白。而蛋白质含量与特定生长率、蛋白质效率、干物质的表观消化率之间不成抛物线分布, 以蛋白质含量为 39.02% 的营养素消化率为最好。但蛋白质含量与脂肪的表观消化率之间近似于抛物线分布, 设蛋白质含量为 x , 脂肪的表观消化率为 y , 得到抛物线回归方程为:

$$y = -2454.267 + 135.306x - 1.800x^2, R = 0.9992, R_{0.01} = 0.874, P < 0.01,$$

由此可知, 饲料蛋白质 x 与脂肪的表观消化率 y 之间相关极显著 ($P < 0.01$), 当 x 为 37.58% 时, y 有最大值, 可见用最少的蛋白质即可获得最高脂肪消化率, 因此, 黄颡鱼饲料中的蛋白质含量应为 37.58%。综观各营养素的消化率情况, 黄颡鱼饲料中适宜的蛋白质含量应为 37.58% ~ 39.02%。

3 讨论

3.1 饲料中蛋白质含量、C/P对黄颡鱼生长及饲料消化率的影响

能量和蛋白质是鱼类正常生长发育最重要的营养素,饲料中蛋白质和能量的多少及其比例会影响鱼类的生长、摄食量、营养物质转化效率和消化率等^[8]。适宜的C/P不仅可以满足黄颡鱼对能量的需求,还可以相对的节约蛋白质,减少对水环境的污染。本试验结果表明,虽然C/P的3个水平比较接近,但黄颡鱼摄食后,其生长和消化率存在明显差异。从表3可以看出,C/P最低水平组(36.98 kJ/g 蛋白)饲料,无论是成活率、增重率、特定生长率、蛋白质效率等生长指标还是消化率指标均为最低,而饲料系数最高(5.11),说明此C/P水平对黄颡鱼的生长不适;C/P最高水平组(40.11 kJ/g 蛋白)的饲料系数显著高于第2水平组(38.16 kJ/g 蛋白),但脂肪的表观消化率却低于第2水平组。这可能是由于蛋白质与能量之间不平衡,从而影响了黄颡鱼对蛋白质的利用率。由此可见,总能与蛋白质并不是越高越好,而是二者之间要保持适宜的比例。同时,从表3还可以看出,随着饲料蛋白质含量和能量蛋白比的增加,其蛋白质的表观消化率变化不大,而总糖的表观消化率则相应提高,这与本试验中饲料总能是靠 α -淀粉来调节有关,说明黄颡鱼对糖的要求不是很严格,或对糖的利用能力较强。

3.2 黄颡鱼饲料中适宜的蛋白质含量和C/P

韩庆等^[2]用增重率、饲料系数、蛋白质效率等作为评判标准,研究了体重为5~6 g的春片黄颡鱼配合饲料中的最适C/P值为35.4~36.5 kJ/g 蛋白。然而,饲料中营养素含量也直接影响鱼类的表观消化率,饲料营养价值应以鱼类生长状态参数和营养成分的消化率来综合评判^[9]。因此,本试验以体重为(11.65±0.85) g的黄颡鱼为试验对象,采用生长与消化率两大类指标综合评判黄颡鱼饲料的最适蛋白质含量和C/P。结果表明,用增重率、饲料系数、蛋白质效率、特定生长率等常规方法测定,饲料的最适C/P值为38.93~39.23 kJ/g 蛋白,而蛋白质含量与黄颡鱼增重率、饲料系数、蛋白质效率、特定生长率呈正相关,其中增重率的增加和饲料系数的减少不明显,而高蛋白质造成了特定生长率和蛋白质效率的显著增高。当用表观消化率作为评判标准时,从干物质和脂肪的表观消化率得出,饲料最适C/P值为38.29~38.94 kJ/g 蛋白,最适蛋白质含量为37.58%,而蛋白质的表观消化率变化不明显,总糖的表观消化率均随蛋白质含量和能量蛋白比的提高而提高。近年来,鱼类集约化养殖造成了水环境的快速污染,也越来越引起人们的重视,通过提高饲料中的可消化养分是降低氮、磷排泄的有效途径之一^[10],因此,用生长与消化率两大类指标综合评判黄颡鱼饲料的最适蛋白质含量和能量蛋白比更为合理。但是,本试验中无论用哪一种方法测得最适能量蛋白比的结果都高于韩庆等^[2]的结果(35.4~36.5 kJ/g 蛋白),而最适蛋白质含量则低于韩庆等^[2]的结果(44.35%)。这是由于鱼饲料的适宜C/P会随着鱼体体重的增加而增加,而对蛋白质的需求则随着鱼体体重的增加而减少^[11]。

综上所述,作者认为,体重为(11.65±0.85) g的黄颡鱼饲料的最适蛋白质含量为37.58%~39.02%,与鲤的相近(38%),略高于黄鳝的(35.7%),低于青鱼的(41%)^[12],即黄颡鱼对蛋白质的需求与杂食性偏肉食性鱼类相近。黄颡鱼饲料的最适能量蛋白比为38.29~39.23 kJ/g 蛋白,与许国煊^[13]报道的大口鲶饲料的适宜能量蛋白比相近(39.0 kJ/g 蛋白)。同时,本试验中水温为(24.0±0.5)℃,这是自然界及人工养殖黄颡鱼的最适生长水温,而水温是影响鱼类饲料能量蛋白比的另一重要因子^[10],进而说明本试验结果对黄颡鱼饲料的配制、生产具有重要的指导作用。

参考文献:

- [1] 邹社校. 黄颡鱼幼鱼蛋白质需要量的研究[J]. 湖北农学院学报, 1999, 19(2): 143 - 145.
- [2] 韩庆, 夏维福, 罗玉双, 等. 不同营养水平对黄颡鱼春片鱼种生长的影响[J]. 饲料工业, 2002, 23(7): 43 - 44.
- [3] 韩庆, 夏维福, 罗玉双, 等. 酶制剂对黄颡鱼生长性能的影响[J]. 水产学杂志, 2002, 15(1): 84 - 87.
- [4] 韩庆, 罗玉双, 夏维福, 等. 鱼粉和豆饼的比例对黄颡鱼生长的影响[J]. 水产科学, 2002, 21(1): 9 - 10.
- [5] 李如亮. 生物化学实验[M]. 武汉: 武汉大学出版社, 1998. 9 - 10.
- [6] 李爱杰. 水产动物营养与饲料学[M]. 北京: 中国农业出版社, 1996. 23 - 119.
- [7] 刘永坚, 刘栋辉, 田丽霞, 等. 饲料蛋白质和能量水平对红鲂鱼生长和鱼体组成的影响[J]. 水产学报, 2002, 26(3): 242 - 246.
- [8] PAGE J W, ANDREWS J W. Interaction of dietary levels of protein and energy on channel catfish (*Ictalurus punctatus*) [J]. J Nutr, 1973, 103: 1339 - 1346.
- [9] 邓利, 谢小军. 南方鲂的营养学研究: I. 人工饲料的消化率[J]. 水生生物学报, 2000, 24(4): 347 - 355.
- [10] 林仕梅, 罗莉, 叶元土. 水产养殖的绿色饲料开发研究[J]. 中国饲料, 1995, 15: 23 - 25.
- [11] 朱小明, 李少蕾, 姜晓东. 能量代谢研究对水产配合饲料研制和评价的应用价值[J]. 台湾海峡, 2001, 20(增刊): 30 - 35.
- [12] 杨代勤, 陈芳, 李道霞, 等. 黄鲢的营养级需要量及饲料最适能量蛋白比[J]. 水产学报, 2000, 24(3): 259 - 262.
- [13] 许国焕, 丁庆秋, 王燕. 饲料中不同能量蛋白比对大口鲶生长及体组成的影响[J]. 浙江海洋学院学报(自然科学版), 2001, 20: 95 - 97.

Optimum dietary protein and energy - protein ratio of yellow catfish *Pelteobagrus fulvidraco* Richardson

JIANG Rong, SONG Xue-hong, YE Yuan-tu,

CAI Chun-fang, YANG Cai-gen, HUANG He-zhong

(School of Agricultural Science and Technology, Suzhou University, Suzhou 215006, Jiangsu, China)

Abstract: The juvenile yellow catfish *Pelteobagrus fulvidraco* Richardson with initial mean body weight of (11.65 ± 0.85) g were fed nine diets containing 36%, 37.5%, or 39% crude protein at energy - protein ratio levels of 37, 38, or 39 kJ/g protein in a circulating system at (24.0 ± 0.5) °C for 68 days. The results showed that the fish fed the diets containing 39.13% crude protein and 38.23 kJ/g protein had good growth performance and the maximum apparent digestibility. Regression analysis of data on protein content, energy - protein ratio weight gain, feed conversion ratio, specific growth rate (SGR), protein efficiency rate, digestibility of dry matter, digestibility of protein, and digestibility of lipid suggested that the optimum protein contents, and energy - protein ratio should be 37.58% - 39.02% and 38.29 - 39.23 kJ/g protein for juvenile yellow catfish, respectively.

Key words: yellow catfish *Pelteobagrus fulvidraco* Richardson; formulated diet; protein content; energy - protein ratio