

膨化工艺参数对饲料含脂量及养殖效果的影响

通威企业集团研究所 高启平 冷永智 蒋小红

摘要 本文以鲤鱼为研究对象,选未增添油脂的非膨化料和膨化料作系统对照,采用 $L_9(2^4)$ 正交设计研究膨化工艺参数对饲料的含脂量及养殖效果的影响。结果表明:1. 膨化后饲料的含脂量降低,调质温度 $80-95^{\circ}\text{C}$ 、DDC加水19%、UPC加水0%、干燥温度 110°C (30分钟干燥时间)的加工工艺对油脂损失最少;2. 与非膨化料相比,只超量添加热敏维生素的膨化料养殖效果差,同时增添油脂后可降低饲料系数至非膨化料水平,但养殖成本增高。

关键词 膨化工艺参数 饲料含脂量 养殖效果

膨化是一种将物料加温、加压和加湿调质处理的工艺。膨化工艺参数影响饲料的营养成分及养殖效果。过去的研究表明,膨化对维生素不利,对淀粉、蛋白质、脂肪的影响与膨化工艺参数有关。脂肪是水产生动物生长所必需的营养物质,饲料中脂肪含量不足,可导致动物生产性能降低。本文就膨化工艺参数对饲料的含脂量及养殖性能进行讨论。

1 材料和方法

1.1 试验料

试验料10种,编号从1到10。10种料基础配

方相同,3—10号料为膨化工艺参数按 $L_9(2^4)$ 正交设计、沉浮性各异的膨化料,其热敏维生素为非膨化料的1.5倍,并添加1%油脂。1号料和2号料作系统对照,1号料为未增添油脂的非膨化硬颗粒料,2号为仅增加热敏维生素、未增添油脂的膨化料,其膨化工艺参数与8号料同(表1)。

饲料制作过程中,先将所选的原料单独混匀后(一次混匀)再配料。1和2号料单独配制,3—10号料配方完全相同,故先配10盘粉料,后从每盘中随机抽取相同数量的物料、按不同的工艺参数进行加工(二次混匀)。

表1 试验料配方差异及膨化工艺参数

饲料号	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
差异										
热敏维生素	1	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5
油脂(%)	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1
工: 调质温度($^{\circ}\text{C}$)	(95)	(95)	1(95)	2(80)	1(95)	2(80)	2(80)	1(95)	2(80)	1(95)
参 DDC加水(%)	—	(19)	1(23)	2(19)	2(19)	1(23)	1(23)	2(19)	2(19)	1(23)
数 UPC加水(%)	—	(0)	2(0)	1(3)	1(3)	2(0)	1(3)	2(0)	2(0)	1(3)
干燥温度($^{\circ}\text{C}$)	—	(110)	2(130)	2(130)	2(130)	2(130)	1(110)	1(110)	1(110)	1(110)
料 型	硬颗粒料	膨化沉性	膨化浮性	膨化浮性	膨化浮性	膨化半沉	膨化浮性	膨化沉性	膨化沉性	膨化浮性

注:1. 热敏维生素的用量单位为相对量;

2. 工艺参数括弧外的数字表示水平;

3. 干燥温度 110°C 、 130°C 下的干燥时间分别为30分、20分。

1.2 饲养试验

本试验于2000年1月28日—2000年4月21日在成都通威水产研究中心工厂化养鱼车间30口玻璃钢池($3.14\text{m}^2/\text{口}$)中进行,为期82天。供试鱼种为同父同母一龄建鲤,每池68—73尾,每种饲料三口油(重复)。试验期各试验池的条件

控制为:溶氧 $\geq 5.0\text{mg/L}$;池间日均水温差不大于 0.5°C ,全期平均 23.5°C ;光照均匀;每日均匀投饲6次,每次间隔4小时。

1.3 测定指标

1.3.1 饲料的粗脂肪及其它营养指标 由国内贸易部质检中心(成都)检测

1.3.2 饲料系数 饲料系数=投饲量/(末重+死鱼重-初重)

2 试验结果

2.1 膨化工艺参数对饲料含脂量的影响

2.1.1 相同配方下,膨化后饲料的含脂量降低。2号膨化料的粗脂肪(EE)含量(3.61%)比1号非膨化料(4.90%)低1.29%;3—10号料的EE从5.99%开始表现为不同程度地下降(表2)。

表2 试验料实测平均营养指标(%)

料号	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
饲料含水量	12.30	5.80	10.15	9.25	9.35	11.65	6.55	5.65	9.20	6.15
干物质										
粗蛋白	40.54	40.29	40.07	40.07	40.21	40.41	40.07	40.06	39.81	40.01
粗脂肪	4.90	3.61	4.95	4.46	4.19	4.81	4.82	5.99	5.23	4.32
粗纤维	6.78	6.10	5.90	6.12	6.40	6.51	5.94	5.83	6.06	5.97
粗灰份	12.94	12.69	12.58	12.56	12.63	12.51	12.36	12.67	12.72	12.73
赖氨酸	2.46	2.51	2.40	2.44	2.43	2.44	2.44	2.48	2.43	2.41
蛋胱氨酸	1.58	1.48	1.47	1.54	1.69	1.54	1.50	1.53	1.57	1.57
氨基酸总量	37.51	38.23	36.83	37.27	37.64	37.71	37.35	37.71	38.04	37.33

注:同一饲料选检的平行样数为2

2.1.2 直观分析和方差分析表明(表3):饲料干物质EE含量主要受UPC加水量影响($P < 0.05$),UPC加水越少,饲料中脂肪损失越少。由于干燥温度(时间)是影响饲料含水量的主要因素($P < 0.05$),故饲料中EE含量受UPC加水量和干燥温度的共同影响($P < 0.05$)。

2.1.3 相同饲料配方下,8和9号料的EE含量

高于其它饲料,表明调质温度80—95℃、DDC加水19%、UPC加水0%、干燥温度110℃、干燥时间30分钟时,膨化料的EE损失最少。

2.2 膨化工艺参数对鲤鱼养殖效果的影响

2.2.1 与非膨化料相比,只超量添加热敏维生素的膨化料养殖效果差。以DM饲料系数计,2号料饲料系数比1号料高0.028(表4)。

表3 膨化工艺参数对饲料粗脂肪、水分的影响

项目	调质温度 (水平)	DDC加水 (水平)	UPC加水 (水平)	干燥温度及 时间 (水平)	饲料水分(%)	饲料粗脂肪(%)	干物质粗脂肪(%)
饲料号	3	1	1	2	10.15	4.45	4.95
	4	2	2	1	9.25	4.05	4.46
	5	1	1	2	9.35	3.80	4.19
	6	2	2	2	11.65	4.25	4.81
	7	2	1	1	6.55	4.50	4.82
	8	1	2	1	5.65	5.65	5.99
	9	2	2	1	9.20	4.75	5.23
	10	1	1	1	6.15	4.05	4.23
	X ₁	7.83	8.62	7.82	6.89		
	X ₂	9.16	8.36	9.16	10.10		
	R	1.34	0.26	1.34	3.21		
饲料中粗脂肪	X ₁	4.49	4.31	4.1	4.74		
	X ₂	4.39	4.56	4.78	4.14		
	R	0.10	0.25	0.68	0.6		
干物质粗脂肪	X ₁	4.86	4.72	4.45	5.09		
	X ₂	4.83	4.97	5.24	4.60		
	R	0.03	0.24	0.79	0.49		

表4 饲养试验结果(82天)

料号	总尾数(尾)		死鱼数(尾)	死鱼重(克)	重量(公斤)		投饲干物量(公斤)	饲料系数	
	初始	终末			初始	终末		全程值	重复最大差值
1	210	209	1	263	68.47	164.69	143.49	1.4872	0.0330
2	210	210			68.12	170.58	155.25	1.5152	0.0124
3	213	213			67.74	168.25	146.26	1.4552	0.0710
4	210	210			68.14	170.71	149.81	1.4606	0.0396
5	210	208	2	1279	68.31	166.64	148.96	1.4955	0.0226
6	210	210			67.91	168.6	145.62	1.4462	0.0155
7	210	210			67.84	174.18	154.12	1.4493	0.0745
8	208	207	1	282	67.74	172.44	154.98	1.4763	0.0718
9	210	209	1	722	68.03	172.37	150.88	1.4361	0.0372
10	210	210			68.11	174.45	155.73	1.4644	0.0554

2.2.2 同时增添油脂及热敏维生素后,膨化料的养殖效果可与非膨化料相当。非膨化料的饲料系数为1.4872,而膨化料3—10号料的饲料系数为1.4361—1.4955,平均为1.4604,与1.4872相近。

2.2.3 从3—10号料的直观方差分析看(表5),调质温度是影响饲料系数的主要因素($P < 0.05$),其次是DDC加水和UPC加水,调质温度越高,DDC加水越少,UPC加水越多,养殖效果越差。

2.2.4 由表6可见,每吨非膨化料的售价比膨化料低185.14—220.49元。每生产1吨鱼,非膨化料的增重饲料成本比膨化料低173.57—358.92元。

表5 膨化工艺参数对饲料系数的影响(DM基础)

料号	参数	调质温度	DDC加水	UPC加水	干燥温度及时间	全程饲料系数
3	1	1	2	2	2	1.4552
4	2	2	1	2	2	1.4606
5	1	2	1	2	2	1.4955
6	2	1	2	2	2	1.4462
7	2	1	1	1	1	1.4493
8	1	2	2	2	1	1.4763
9	2	2	2	2	1	1.4361
10	1	1	1	1	1	1.4644
R ₁	5.8914	5.8151	5.8698	5.8575	11.6836	
R ₂	5.7922	5.8685	5.8138	5.8261		
R	0.0992	0.0534	0.056	0.0314		

表6 试验鱼增重饲料成本(元/吨)

料号	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
饲料价格 2800	2985.14	3020.49	3020.49	3020.49	3020.49	3020.49	3020.49	3020.49	3020.49	3020.49
饲料系数 1.4872	1.5152	1.4552	1.4606	1.4955	1.4462	1.4493	1.4763	1.4361	1.4644	1.4544
增重成本 4164.16	4523.08	4395.24	4411.73	4517.14	4368.23	4377.6	4459.15	4337.73	4423.21	

3 小结与讨论

本试验的饲料制作过程采用两次混匀法,保证了十种饲料所用原料的一致性;饲养试验以同父同母的鱼种为对象,且在精细投饲下进行,环境条件控制严格;饲养过程中试验鱼死亡率低,生长正常,同一饲料重复间饲料系数差异小,可以认为试验结果具有代表性。

膨化工艺导致饲料含脂量降低,此结果与我公司过去的检测结果一致,但降低的原因尚不清楚。有研究认为:膨化饲料含脂量降低是因为膨化过程使脂肪及水解产物同糊化的淀粉形成了络合物,从而使脂肪不能被石油醚萃取。至于这种络合物能否在鱼类消化道中离解,目前尚无定论。从本试验看,在相同工艺下(即2与8号料),增添1%

油脂使饲料系数降 $1.5152 - 1.4763 = 0.0389$ 。此结果与通威研究所 1997—1998 年系统分析结果一致,系统分析表明,饲料中增 1%EE,饲料系数降 $0.0339 - 0.0399$ 。由于 8 号料的 EE 损失少,5 号料的 EE 损失较多,在 5 号料工艺下增加 1%油脂使饲料系数降 $1.5152 - 1.4955 = 0.0197$,此数据小于 0.0389,这表明,在 EE 损失较多或可能形成的淀粉—油脂络合物较多时,饲料系数升高,淀粉—油脂络合物在鱼类消化道中的离解可能不完全。为降低膨化料饲料系数,有必要额外增添 1%油脂。

膨化工艺参数对饲料粗蛋白、氨基酸、粗纤维、粗灰份的影响不大。同非膨化料相比,膨化料的粗蛋白基本未变。膨化对蛋白质的影响具双重性,一方面使蛋白质变性,破坏抗营养因子,提高蛋白质营养价值,另一方面若膨化过度,则 AA 发生美拉德反应,蛋白质发生交联反应,降低蛋白质营养价值。粗灰分、粗纤维似乎有降低趋势(表 2),但原因尚不清楚。膨化对粗纤维的影响主要通过摩擦、揉合等作用所致,一般认为膨化可降低纤维 3%,本试验 1、2 号料相比,CF 降达 10%,与上

述结论相似。几种膨化工艺参数中,调质温度对饲料系数影响最大,但因其对饲料含脂量影响不大(UPC 加水量才是降低饲料含脂量的重要因素),这表明,调质温度可能主要对其他营养成分如维生素产生了不良影响。本试验也发现,只超量添加维生素如 2 号料,未能有效改善膨化料的养殖效果。因此生产膨化料时,UPC 加水和调质温度均应偏低。根据本试验结果推荐如下工艺参数:调质温度 80°C 、DDC 加水 19%、UPC 加水 0%、干燥温度 110°C (30 分钟干燥时间)。

与生产硬颗粒相比,膨化同等数量物料消耗的能源较高,设备折旧增多,若额外添加易损的原料,则原料成本也增加,膨化料的销售价相应高于硬颗粒料,即使二者的饲料系数相同或前者更低,对养殖户来讲,使用硬颗粒料也更有利。

综上所述,膨化工艺参数影响饲料的营养成分,相同饲料配方下,非膨化料的营养特别是油脂损失少,饲料系数低。膨化料要达到非膨化料的养殖效果,必须额外添加某些营养如维生素、油脂,但养殖成本有上升趋势。

[通讯地址:(610041)成都市创业路 2 号]

(上接第 25 页)活动能力下降,游泳不活泼,随病情的发展白油的肠道萎缩,腹部下陷,最终引起死亡。

流行情况:此病见于牙鲆仔鱼期。

防治:①投喂疫苗或浸泡疫苗有效。②保持饲养环境清洁、合理放养密度可预防本病,投喂优质活饵料,如轮虫等。

8.3 皮肤溃瘍病

症状:其主要特征是体表皮肤溃烂,感染初期,体色呈斑块状褪色,食欲不振,缓慢地浮游于水面,有时狂游成回旋状游泳。随着病情的发展,有的吻端、鳍膜烂掉,肛门发红扩张,有黄色粘液流出。严重病鱼一周内下沉死亡。

病原:假单胞杆菌。

预防治疗:预防,合理的放养密度、倒池,分选大小鱼时操作小心谨慎,勿受伤。倒池池底要用漂白粉彻底消毒,水质要清新,不投腐败、变质饵料。

治疗:①氯霉素 $1-2 \times 10^{-6}$ 全池泼洒,每天一次,连用 3—5 天。②以复方新诺明拌药饵,第 1 天 1kg 鱼体重用药 400mg,第二天减半,连喂 5—

7 天。

8.4 链环菌病

症状:眼球白浊、充血、突出、上下唇充血等。解剖看,有的个体肠道发红、腹部积水、肝脏充血等。

病原: β 溶血性链球菌。

防治:①由于发病多发生在夏季高温水期,应加强水体交换,保持良好的饲养环境,降低放养密度,定时清残饵;倒池消毒要彻底。②以四环素制成药饵投喂病鱼较有效。

8.5 纤毛虫病

症状:虫体主要寄生在鱼体皮肤、鳃、鳍腹、吻、眼等处的溃烂部位,有的深达内脏,导致病鱼食欲不振,狂游成回旋状游泳,此病传染较快,死亡率也较高。

防治:此病多发生在水温较高的 7、8、9 月份,应对病鱼隔离治疗,较严重地可集中焚掉。

治疗: 150×10^{-6} 甲醛 + 10×10^{-6} 红霉素,连泡 2—3 小时有效。

[通讯地址:(264309)荣成市黄海南路 68 号]