

池塘条件下 1 龄异育银鲫“中科 3 号”的生长特性

刘艳辉 李改娟 刘铁钢 杨炳坤 高娜 祖岫杰

(吉林省水产科学研究院, 吉林长春 130033)

摘要: 为了解池塘养殖条件下 1 龄异育银鲫“中科 3 号”的生长特性, 在池塘自然水温 (18.5~30.6℃) 条件下, 对体长 (4.53±0.18) cm、体质量 (2.73±0.17) g 的 1 龄异育银鲫“中科 3 号”的生长性能进行了研究。试验结果: 经过 125 d 培育, 异育银鲫“中科 3 号”体长增长 237.53%, 体质量增长 3 312.45%; 体长与体质量呈幂函数关系, 关系式为 $W=0.0356L^{2.8885}$ ($R^2=0.985$), 属等速生长型; 体质量日增长量从试验开始到 100 d 始终呈增高态势, 75~100 d 的平均体质量日增长量为最高值 (1.346 g/d), 之后随着水温下降而降低; 体质量相对增长率在 0~25 d 为最高 (269.60%), 而后逐渐降低, 至 125 d 试验结束时为 30.37%; 生长指数 (0.1054~0.4647) 和生长常数 (1.318~5.809) 随着试验的进行逐渐降低; 肥满度为 2.6062~2.9480 g/cm³, 呈先降低、后升高、再降低的小幅波动; 生长离散逐渐小幅增加。

关键词: 异育银鲫“中科 3 号”; 池塘养殖; 生长特性; 生长离散

异育银鲫“中科 3 号” (*Carassius auratus gibelio* “CAS III”) 是中国科学院水生生物研究所淡水生态与生物技术国家重点实验室培育的异育银鲫第 3 代新品种^[1], 被农业农村部列为“十三五”主推品种之一。异育银鲫“中科 3 号”具有生长速度快 (比普通鲫生长速度快 15.0%~25.0%, 比高体型异育银鲫快 13.7%~34.4%, 出肉率高 6% 以上), 遗传性状稳定, 体色银黑, 鳞片紧密、不易脱落, 经济效益高等优点, 可在全国范围内的各种可控水体中养殖, 深受养殖者和消费者欢迎^[1]。目前关于异育银鲫“中科 3 号”的研究主要集中在人工繁殖^[2-3]、池塘养殖模式^[4]、营养与饲料^[5]、病害防治^[6-7] 等方面, 尚未见有关在池塘养殖条件下其生长特性方面的研究报道。本试验对 1 龄异育银鲫“中科 3 号”在池塘养殖条件下的生长特性进行了研究, 旨在掌握该品种在池塘养殖条件下的生长规律, 为异育银鲫“中科 3 号”规模化养殖提供基础数据。

1 材料和方法

1.1 试验材料

试验用 1 龄异育银鲫“中科 3 号”由武汉黄石富尔水产苗种有限公司引进的“乌仔”鱼苗培育而成, 体长 (4.53±0.18) cm, 体质量 (2.73±0.17) g。

1.2 试验方法

试验于 2019 年 5 月 26 日—9 月 27 日在吉林市昌邑区金源水产良种场进行。试验池塘 1 口, 呈长方形, 面积为 0.6 hm², 池深 2.5 m。于 5 月初排干池水, 曝晒池底。试验鱼入池前半个月左右, 用生石灰 1 200 kg/hm² 清塘, 清塘后 2 d 注入江河水 and 地下水, 注水深 1.0 m 左右。试验鱼放养密度为 15 万/hm²。待试验鱼驯化摄食后, 每公顷放养 1.2 万尾鲢“夏花”鱼苗和 0.45 万尾鳙“夏花”鱼苗以调节水质。试验共进行了 125 d。试验期间, 水温 18.5~30.6℃, 溶解氧不低于 5.0

收稿日期: 2020-05-29

作者简介: 刘艳辉 (1966—), 女, 研究员, 研究方向为淡水养殖病害。E-mail: liuyanhui9@163.com

通信作者: 祖岫杰 (1964—), 男, 研究员, 研究方向为池塘养殖。E-mail: zuxiujie@163.com

项目资助: 国家大宗淡水鱼产业技术体系建设项目 (CARS-45-36)。

mg/L, pH 为 7.1~8.4。每 25 d 测定 1 次试验鱼的体长、体质量, 每次测量随机取样 30 尾。饲料选用“通威”鲫鱼专用饲料, 日投喂 4 次。

1.3 数据处理

应用 EXCEL 软件和 SPSS 软件对测量的数据进行统计和分析, 结果以“平均值±标准差”表示。各项生长参数及计算公式如下。

体长与体质量的关系: $W = aL^b$ (1)

特定生长率 (SGR, %/d) = $[(\ln W_2 - \ln W_1)/(t_2 - t_1)] \times 100$ (2)

生长指数 GT = $\ln L_2 - \ln L_1$ (3)

生长常数 GC = $GT \times (t_2 - t_1)/2$ (4)

体质量相对增长率 (RGR, %) = $[(W_2/W_1) - 1] \times 100$ (5)

体质量日增长量 (DWG, g/d) = $(W_2 - W_1)/(t_2 - t_1)$ (6)

肥满度 (CF, g/cm³) = $(W/L^3) \times 100$ (7)

变异系数 (CV, %) = $100 \times S/X$ (8)

式(1)~(8)中, W 为体质量(g), L 为体长(cm), W_1 、 W_2 和 L_1 、 L_2 分别为试验 t_1 、 t_2 (d) 时的体质量(g)和体长(cm), S 为标准差, X 为平均体长(cm)或平均体质量(g), a 、 b 为常数。

2 结果

2.1 生长数据

经过 125 d 培育, 试验鱼的体长从初始的 (4.53±0.18) cm 增长到 (15.29±2.14) cm, 增长了 237.53%, 体质量从初始的 (2.73±0.17) g 增至 (93.16±19.15) g, 增加了 3 312.45%。体质量

日增长量 (DWG) 在试验开始到 100 d 期间呈升高态势, 并且在 75~100 d 达到最高值 1.346 g/d, 之后开始下降, 100~125 d 的体质量日增长量降到 0.829 g/d。体质量相对增长率 (RGR) 在试验 25 d 时最高, 为 269.60%, 而后开始降低, 一直到 125 d 试验结束时, 下降到 30.37%。特定生长率 (SGR) 随着试验的进行始终呈下降态势, 第 25 天时为 5.229, 第 125 天已下降到 1.061 (见表 1)。

2.2 生长型式

对试验期间测得的异育银鲫“中科 3 号”的体长和体质量平均值进行分析, 以 $W=aL^b$ 拟合方程求得体长与体质量的关系式为: $W = 0.0356L^{2.8885}$, $R^2=0.985$ (见图 1), 其生长指数 b 值接近 3, 属等速生长型, 表明在池塘养殖条件下, 1 龄异育银鲫“中科 3 号”的体长和体质量增长是均衡的。

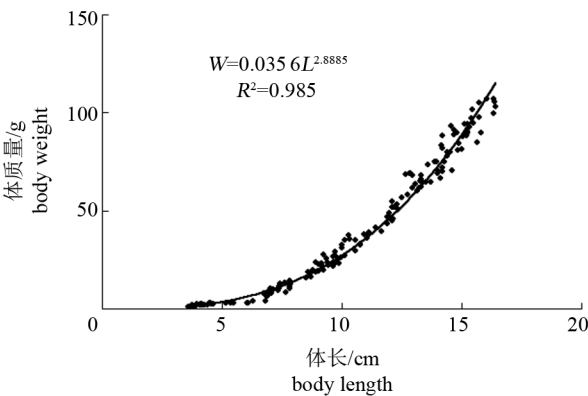


图 1 异育银鲫“中科 3 号”体长与体质量的关系

Fig.1 Scatter plots of the relationship between body length and body weight of *Carassius auratus gibelio* “CAS III”

表 1 异育银鲫“中科 3 号”的生长参数
Tab.1 Growth parameters of *Carassius auratus gibelio* “CAS III”

项目 items	试验时长/d time					
	0	25	50	75	100	125
体长/cm body length	4.53±0.18	7.21±0.38	9.34±0.50	11.44±0.87	13.76±1.30	15.29±2.14
体质量/g body weight	2.73±0.17	10.09±0.96	24.02±3.32	42.44±6.38	71.46±12.28	93.16±19.15
体质量日增长量/(g·d ⁻¹) DWG		0.281	0.566	0.847	1.346	0.829
体质量相对增长率/% RGR		269.60	138.06	88.95	76.69	30.37
特定生长率/(%·d ⁻¹) SGR		5.229	3.469	2.277	2.084	1.061
生长指数 GT		0.4647	0.2588	0.2028	0.1846	0.1054
生长常数 GC		5.809	3.235	2.535	2.308	1.318
肥满度/(g·cm ⁻³) CF	2.9368	2.6921	2.9480	2.8346	2.7429	2.6062
体长变异系数/% CV of body length	3.974	5.271	5.353	7.605	9.448	13.996
体质量变异系数/% CV of body weight	6.227	9.514	13.822	15.033	17.184	20.556

2.3 鱼的生长与水温的关系

整个试验期间,养殖池塘水温为 18.5~30.6℃,溶解氧为 6.04~9.24 mg/L, pH 为 7.12~8.42,水质良好。水质各项指标见表 2。

试验期间,水温随着季节的变化先升高,后降低,从试验开始(5月26日)的 18.5℃升高到 75 d 时(8月9日)的 30.6℃,而后逐渐降低,到试验结束(9月28日)降至 18.7℃。随着试验的进行,试验鱼体质量的特定生长率(SGR)一直降低,由 0~25 d 的 5.229%/d 降到试验结束时的 1.061%/d(见表 1、图 2)。

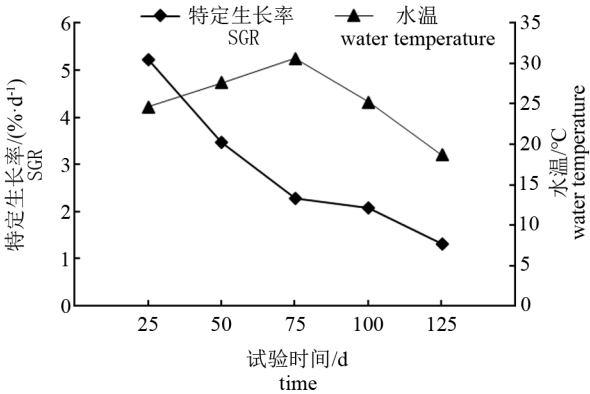


图 2 异育银鲫“中科 3 号”特定生长率与水温的关系
Fig. 2 Relationship between specific growth rate of *carassius auratus gibelio* “CAS III” and water temperature

2.4 肥满度

试验期间,异育银鲫“中科 3 号”肥满度(CF)为 2.606 2~2.948 0 g/cm³,呈先降低、后升高、再降低的趋势,最低值出现在试验 125 d 时(水温 18.7℃),最高值出现在试验 50 d 时(水温 27.6℃)(见表 1、图 3)。

2.5 生长离散

由图4可以看出,试验期间异育银鲫“中科3

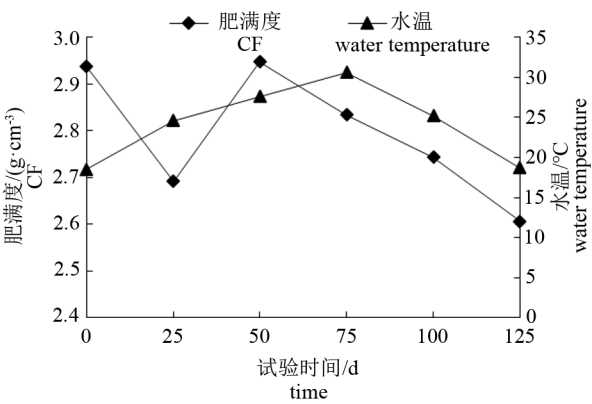


图 3 异育银鲫“中科 3 号”肥满度的变化
Fig. 3 Variation of condition factor of *Carassius auratus gibelio* “CAS III” and water temperature

号”的体长变异系数和体质量变异系数的变化规律趋于一致,均随着时间推移逐步增大,分别从试验开始的最低值(3.974%和 6.227%)上升至试验结束时的最高值(13.996%和 20.556%)。

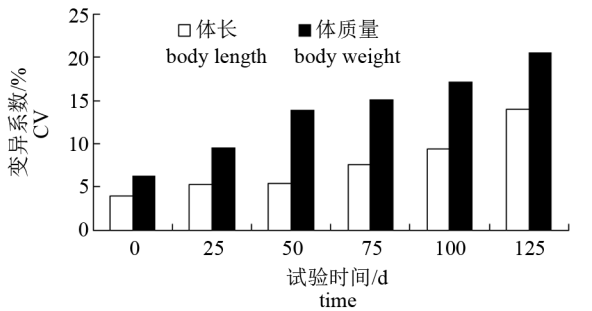


图 4 异育银鲫“中科 3 号”体质量和体长变异系数的变化
Fig. 4 Variation coefficient of body weight and body length of *Carassius auratus gibelio* “CAS III”

2.6 生长常数与生长指数

生长常数和生长指数与试验时长的变化关系如图 5 所示。二者变化趋于一致,生长常数和生长指数在试验 25 d 时分别为 5.809 和 0.464 7,而

表 2 水质各项指标
Tab. 2 Variation of water quality parameters

水质指标 index	试验时长/d time					
	0	25	50	75	100	125
水温/℃ water temperature	18.5±2.31	24.6±2.24	27.6±1.97	30.6±1.12	25.2±2.45	18.7±3.37
溶解氧/(mg·L ⁻¹) dissolved oxygen	9.24±1.65	7.36±2.13	6.04±1.58	6.24±1.64	7.16±2.15	8.84±1.87
pH	7.12±0.21	7.64±0.32	7.88±0.46	8.42±0.22	8.12±0.24	7.82±0.31

后一直下降,直到试验结束的 125 d 时,分别降到最低值 1.318 和 0.105 4。

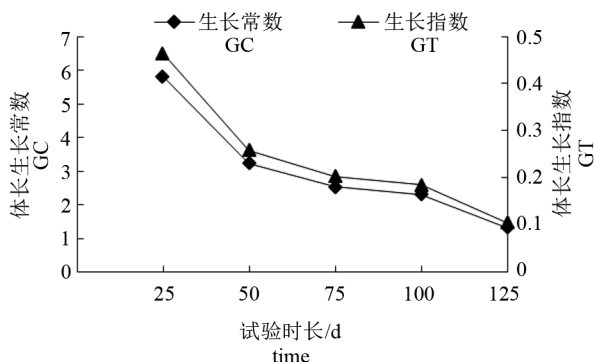


图5 异育银鲫“中科3号”生长常数和生长指数与时长的关系

Fig. 5 Variation of growth constant and growth index of *Carassius auratus gibelio* “CAS III”

3 讨论

3.1 池塘养殖1龄异育银鲫“中科3号”体长与体质量的关系

鱼类体长与体质量的关系是鱼类生物学中涉及的主要研究内容^[8],应用非常广泛,其函数关系主要有 $W = aL + b$ 、 $W = be^{aL}$ 、 $W = be^{a/L}$ 、 $W = aL^b$ 等^[9],其中 $W = aL^b$ 能更准确地表达鱼类体长与体质量的变化关系^[10]。该公式中,参数 b 反映了鱼类体长与体质量生长的均匀程度, b 值大小用来判断体长与体质量增速的快慢,它反映了鱼类生长的不均匀性,这种不均匀性是由体长和体质量增长不均匀带来的^[11]。

本试验中,1龄异育银鲫“中科3号”体长与体质量的关系式为 $W = 0.0356L^{2.8885}$, $b = 2.8885$,属等速生长型。这一结果与王金娜等^[12]报道的1~5龄草海鲫 $b = 2.9025$ 、姜志强等^[13]报道的1~18龄达里湖鲫 $b = 2.8179$ 、朱其广等^[14]报道的5个年龄组鄱阳湖鲫 $b = 2.887$ 、梁兆川等^[15]报道的碧流河水水库鲫 $b = 2.9628$ 等研究结果均接近。本试验所研究的是1龄鱼,而其他学者研究的均为不同年龄组的群体。从过去一些学者研究的鱼类体长、体质量关系拟合参数 b 值可以发现,在幼鱼阶段 b 值大多小于3,呈强异速生长,随着时间的推移,体长与体质量增长趋于同步, b 值接近于或大于3。鱼类一生的发育过程大都遵循从异速

生长到等速生长再到异速生长这一规律^[10]。本研究中1龄异育银鲫“中科3号”即为等速生长型,其 b 值与其他学者研究的不同年龄组鲫的 b 值接近,这主要是因为该品种体质量增长速度较快,比普通鲫生长速度快15%~25%^[1],该品种1龄鱼的生长从异速到等速的时间段较短。另一方面,本试验采用的是池塘精养模式,充足的饲料供给和良好的养殖环境促进了鱼类的快速生长,从而也证明异育银鲫“中科3号”具有极大的养殖潜力。

3.2 池塘养殖1龄异育银鲫“中科3号”的生长特点

鱼类生命周期内各生长阶段的生长速度是不同的。生长常数是表示鱼类生长强度的指标之一,不同生长阶段的生长常数不同,通常同一生长阶段的生长常数比较接近。生长指数也可以用来划分鱼类的生长阶段,并可以比较鱼的生长速度^[16]。从图5可以看出,1龄异育银鲫“中科3号”的体长生长常数和体长生长指数变化趋势基本一致:在25~50 d变化幅度较大,生长常数和生长指数分别从5.809和0.4647急速降到3.235和0.2588,不同生长阶段表现得非常明显;而后的50~125 d,生长常数和生长指数分别从3.235和0.2588呈小幅缓慢下降,直至降到最低值1.318和0.1054。这是由于在50~125 d,随着试验鱼个体的增长和水温的升高,异育银鲫“中科3号”处于快速生长期,其生长阶段表现不明显。这与鲁宏申等^[16]对达氏鳢1龄幼鱼的研究和祖岫杰等^[17]对拉氏鲮的研究结果一致。

肥满度是反映鱼类肥瘦程度和生长情况的重要指标。该指标受鱼类生长的环境因素、季节变化、饲料营养等因素影响,能反映鱼类营养状况和生长的优劣,并且与年龄、生长阶段、性别、季节等因素有关^[18]。本试验采用池塘高密度精养模式,鱼的肥满度变化范围为2.6062~2.9480 g/cm³,由试验开始时的2.9368 g/cm³下降到25 d时的2.6921 g/cm³,然后又上升至50 d时的最高值2.9480 g/cm³,而后小幅平稳降至2.6062 g/cm³。这一结果与陈学年等^[18]报道的池养1龄异育银鲫“中科3号”肥满度为2.74~3.12的研究结果相接近。鱼类的肥满度在各生长阶段的小幅波动可能与水环境和食物供给有关。总的来说,

在池塘养殖条件下,良好的水质和充足的饲料供给能满足鱼类的营养需求,有利于鱼类生长。

3.3 池塘养殖 1 龄异育银鲫“中科 3 号”的生长离散

摄食条件不利或生存空间紧张会造成鱼类生长速度下降,个体间生长离散加剧^[19]。本试验中,1 龄异育银鲫“中科 3 号”体长变异系数和体质量变异系数变化规律一致,均在试验开始时最小,分别为 4.138 和 6.227,说明试验放养的苗种规格较整齐。随着试验的进行,鱼类不断生长,池塘生物量相应增加,各项水质指标发生较大的变化,并出现池鱼摄食饲料不均等情况,导致试验鱼个体出现差异,生长离散加大。但从整体来看,无论是体长变异系数还是体质量变异系数的变化都属于小幅缓慢增大(见图 4),这符合高密度集约化养殖鱼类个体生长的差异。

3.4 池塘养殖 1 龄异育银鲫“中科 3 号”生长与水温 and 养殖密度的关系

养殖水温的变化对鱼类生长有重要的影响。每种鱼都有其适宜的生长水温,在适温范围内,鱼类生长速度较快。养殖密度对鱼类生长的影响也十分明显,随着养殖密度增大,鱼类生长通常会受到阻碍,生长速度放缓(见图 2)。本试验初期,除投喂配合饲料外,池塘水体中还有丰富的天然饵料生物,因此该时期(0~25 d)鱼类体质量特定生长率最高,达 5.229%/d;随着水温的升高,以及养殖密度的不断增加,试验鱼的生长速度总体呈下降趋势,在水温 18.5~30.6℃的变化范围内,特定生长率由 5.229%/d 缓慢降至 1.061%/d。在试验的 50~100 d,这一阶段水温为 25.2~30.6℃,应该是异育银鲫“中科 3 号”的快速生长期,但由于此阶段养殖密度增大以及病害等问题,致使特定生长率下降。相关问题还有待于今后进一步研究。

参考文献

[1] 桂建芳. 异育银鲫养殖新品种——“中科 3 号”简介[J]. 科学

养鱼, 2009(5): 21.

- [2] 祖岫杰, 李秀颖, 刘慧吉, 等. 异育银鲫“中科 3 号”规模化人工繁殖技术[J]. 水产科技情报, 2014, 41(3): 131-133.
- [3] 薛凌展. 温度对异育银鲫“中科 3 号”胚胎发育的影响[J]. 福建师范大学学报(自然科学版), 2014, 30(4): 76-83.
- [4] 厉成新, 丁华静. 异育银鲫“中科 3 号”不同龄亲本繁育及后代鱼种养殖性状的对比试验[J]. 中国水产, 2017(6): 108-110.
- [5] 何吉祥, 潘庭双, 蒋阳阳, 等. 饲料糖蛋白质比和投喂率对异育银鲫生长及脂质代谢指标的影响[J]. 上海海洋大学学报, 2016, 25(2): 198-206.
- [6] 沈兆媛, 鲁建飞, 许丹, 等. 中草药饲料添加剂对异育银鲫感染 II 型鲤疱疹病毒的影响[J]. 水产科学, 2018, 37(3): 289-294.
- [7] 陈斌, 樊海平, 薛凌展, 等. 5 种药物对异育银鲫“中科 3 号”受精卵孵化的影响[J]. 水产科学, 2020, 39(1): 96-102.
- [8] 李思发. 中国淡水主要养殖鱼类种质研究[M]. 上海: 上海科学技术出版社, 1998: 48-60.
- [9] 华元渝, 胡传林. 鱼种重量与长度相关公式($W=aL^b$)的生物学意义及其应用[C]//中国鱼类学会. 鱼类学论文集: 第一辑. 北京: 科学出版社, 1981: 125-131.
- [10] 黄真理, 常剑波. 鱼类体长与体重关系中的分形特征[J]. 水生生物学报, 1999, 23(4): 330-336.
- [11] 李星颢, 陈赛斌. 鱼类生长的数学描述[J]. 浙江水产学院学报, 1983, 2(1): 29-39.
- [12] 王金娜, 周其椿, 安苗, 等. 草海鲫鱼的年龄和生长[J]. 水产科学, 2014, 33(9): 578-582.
- [13] 姜志强, 秦克静. 达里湖鲫的年龄和生长[J]. 水产学报, 1996, 20(3): 216-222.
- [14] 朱广其, 吴志强, 刘焕章. 鄱阳湖鲫的年龄与生长特征[J]. 江西水产科技, 2010(4): 25-29.
- [15] 梁兆川, 杨书葳, 吴连秋, 等. 碧流水库鲤和鲫生长特性及其利用的研究[J]. 大连水产学院学报, 1993, 8(增刊 1): 33-42.
- [16] 鲁宏申, 刘建魁, 王云山, 等. 达氏鳢 1 龄幼鱼生长特性的初步研究[J]. 水生态学杂志, 2011, 32(5): 78-82.
- [17] 祖岫杰, 刘艳辉, 李改娟, 等. 二龄拉氏鲮在池塘养殖条件下的生长特性[J]. 渔业现代化, 2015, 42(4): 26-29.
- [18] 陈学年, 郭玉娟, 王忠卫, 等. 异育银鲫“中科 3 号”与丰产鲫形态特征及生长的比较研究[J]. 淡水渔业, 2011, 41(5): 83-87.
- [19] 庄平, 李大鹏, 王明学, 等. 养殖密度对史氏鲟稚鱼生长的影响[J]. 应用生态学报, 2002, 13(6): 735-738.

Growth characteristics of one-year-old *Carassius auratus gibelio* “CAS Ⅲ” cultured in ponds

LIU Yanhui, LI Gaijuan, LIU Tiegang, YANG Bingkun, GAO Na, ZU Xiujie
(Jilin Fisheries Research Institute, Changchun 130033, Jilin, China)

Abstract: For the purpose of understanding growth characteristics of *Carassius auratus gibelio* “CAS Ⅲ”, the growth performance of one-year-old “CAS Ⅲ” with (4.53 ± 0.18) cm of initial body length and (2.73 ± 0.17) g of initial body weight was studied under pond-culture condition with nature water temperature $(18.5 \sim 30.6\text{ }^{\circ}\text{C})$. After 125 days of rearing, the average body length and body weight of the fish increased by 237.53% and 3312.45%, respectively. The regression equation of body weight (W) against body length (L) was shown as a power function: $W = 0.0356L^{2.8885}$ ($R^2 = 0.985$), which was a type of constant growth. The daily gain of “CAS Ⅲ” increased in first 100 days of rearing and the highest value (1.346 g/d) was observed in the 75~100 d period, but they showed a decreased trend with water temperature decreasing. The relative growth rate of body weight showed a decreasing trend from 269.60% to 30.37% throughout the outdoor culture experiment, and the growth index and growth constant gradually decreased from 0.4647 to 0.1054 and 5.809 to 1.318, respectively. Condition factor had a small fluctuation of down-up-down with the range from 2.6062 g/cm^3 to 2.9480 g/cm^3 , and the growth dispersion showed a slight increasing trend.

Key words: *Carassius auratus gibelio* “CAS Ⅲ”; pond-culture condition; growth characteristics; growth dispersion