

氨基酸对金鱼摄食活动的影响

宋天复 李亚晨 史群

(上海水产大学)

摘要 在1986年3—6月间,以体长为3.3—5.9厘米的红鲫为对象进行了氨基酸对其摄食活动影响的研究。试验用氨基酸均为L型,第一次试饵的pH值未加调整,第二次试饵的pH值用氢氧化钠或盐酸调整至6.5—7.0间。对各种氨基酸共进行20次试验,结果用t检验和协方差进行统计分析。从结果中可以看出,氨基酸对红鲫的摄食活动随着氨基酸的种类、浓度和试饵pH值的不同而不同。氨基酸不但是饲料中重要的营养物质,某些氨基酸还是红鲫摄食活动的有效刺激剂。

鱼类的摄食活动常有一定的程式,程式的各阶段涉及不同的感受器,有视觉的(捕获物的形状、颜色和活动状态);机械的(水的振动);电的(生物放电、电场干扰)和化学觉的(化学物质)。在各阶段上各感受器的相对重要性因鱼不同而不同,化学觉的(嗅觉、味觉)感受器有时往往起到决定性作用^[1]。咽部的味觉感受器——味蕾好似胃肠道的管理员,能触发吞咽反

射或是排斥反射(吐出异物)^[2]。

物体一旦入水,必有部分成分被水溶解,溶于水的一些化学物质,尤其是那些含氮物质会刺激鱼类的嗅觉,影响了鱼类的摄食活动,其中氨基酸类是鱼类摄食活动的强刺激剂。但因鱼类的不同或同一种鱼类在不同的发育阶段和生态条件下,氨基酸刺激作用的强弱将因种类和浓度的不同而不同。如果在鱼饲料中添加

某些摄食引诱剂,就能使鱼多吃快长。因而近来已有不少工作者进行着这方面的研究。我们在1986年3—6月间以红鲫 (*Cerassius auratus*, 即金鱼的一品种),为实验材料探索了氨基酸对其摄食活动的影响。

材料与方 法

实验用鱼为3.3—5.9厘米体长的红鲫,暂养于充气水槽中,保证实验用鱼的健康和保持其摄食状况处于同一水平。

试验分两次进行。第一次,在每一玻璃缸(20.0×11.5×20.0厘米)内随机放置一尾金鱼,各缸间隔一纸以免互相影响,安静数分钟。按表1混合各成分(未调整pH),调制成糊状装入5毫升容量的玻璃注射器中(口径为1.0毫米),再从注射器中挤出并截成2毫米长的小颗粒置于载玻片(7.5×2.5厘米)两端,试饵与对

照饲料各16颗,任意地放入缸内一端。5分钟后记录在载玻片两端所剩颗粒数。对每种试饵共进行20次实验,结果用t检验和协方差法进行统计分析。试验用物质见表2。所用氨基酸为L型。

表1 第一次试饵的组成

组别 成分(%)	对照	1	2	3	4
面粉	96	94	82	82	74
氨基酸(AA)	0	2	16	16(含两种AA)	24(含三种AA)
羧甲基纤维素(CMC)	4	4	2	2	2

第二次,把一尾金鱼(同一种类)置于一塑料水槽(45×33×18厘米)中,静止数分钟。按表3、4混合各成分,用NaOH或HCl调整各

表2 两种浓度的氨基酸作用 ($\alpha = 0.05$)

组 号	试 饵	16%氨基酸的作用			2%氨基酸的作用		
		残饵(平均值)	t 值	结 果	残饵(平均值)	t 值	结 果
1	对甘氨酸	13.65 12.95	0.8020 < t_0	N	12.10 11.70	0.3918 < t_0	N
2	对丙氨酸	15.15 12.70	2.5007 > t_0	Y	12.90 13.60	0.9832 < t_0	N
3	对缬氨酸	13.80 11.63	2.4793 > t_0	Y	10.90 9.83	0.9339 < t_0	N
4	对异亮氨酸	11.75 12.45	0.6975 < t_0	N	9.55 10.70	0.8268 < t_0	N
5	对亮氨酸	10.90 12.15	0.8745 < t_0	N	7.90 8.25	0.2621 < t_0	N
6	对精氨酸	14.15 13.50	0.7835 < t_0	N	12.80 12.55	0.3033 < t_0	N
7	对赖氨酸	13.10 13.70	0.7746 < t_0	N	9.95 9.70	0.1913 < t_0	N
8	对谷氨酸	8.65 12.75	3.6097 > t_0	I	12.40 12.75	0.4017 < t_0	N
9	对天冬氨酸	14.60 14.65	0.0787 < t_0	N	9.90 13.50	2.9848 > t_0	I
10	对酪氨酸	13.50 13.45	0.0565 < t_0	N	9.25 8.45	0.5284 < t_0	N
11	对盐酸甜菜碱	7.00 15.85	10.6878 > t_0	I	7.55 9.40	0.9524 < t_0	N

* Y: 有促摄作用, N: 无作用, I: 有抑制作用(下同)。

表3 同种氨基酸不同浓度的试饵组成

组别	1	2	3	4	5	6	7	8	对照
面粉	97.6	97.5	97.0	96.0	95.0	94.0	93.0	88.0	98.0
氨基酸	0.4	0.5	1.0	2.0	3.0	4.0	5.0	10.0	0
羧甲基纤维素	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0

表4 同一浓度不同种氨基酸的试饵组成

成分	%
面粉	97.0
氨基酸	1.0
羧甲基纤维素	2.0

表5 金鱼对几种不同浓度氨基酸的嗜好度

成分	浓度(%)	嗜好度							
		0.4	0.5	1	2	3	4	5	10
天冬氨酸 (pH=6.5-7.0)	嗜好度 ($\bar{x} \pm s$)	47.90± 11.48	56.55± 10.09	61.00± 6.49	63.95± 11.14	62.65± 10.66			36.25± 8.41
	t 值	0.840	2.979	7.778	5.750	5.230			5.919
	结果	N	Y+	Y+	Y+	Y+			I
精氨酸 (pH=6.5-7.0)	嗜好度 ($\bar{x} \pm s$)	56.30± 14.80	58.35± 16.84	56.10± 12.38	62.75± 12.30	55.15± 13.59			
	t 值	1.952	2.398	2.261	4.776	1.739			
	结果	N	Y	Y	Y+	N			
丙氨酸 (pH=6.5-7.0)	嗜好度 ($\bar{x} \pm s$)			50.05± 17.28	57.35± 10.48	63.05± 17.68		51.20± 7.60	
	t 值			0.013	3.216	3.386		0.526	
	结果			N	Y+	Y+		N	
亮氨酸 (pH=6.5-7.0)	嗜好度 ($\bar{x} \pm s$)		52.06± 8.57	55.80± 11.97	54.10± 12.23	70.50± 18.54		72.00± 9.58	28.90± 14.54
	t 值		0.778	1.615	1.118	3.686		7.654	4.836
	结果		N	N	N	Y+		Y+	I
谷氨酰胺 (pH=6.5-7.0)	嗜好度 ($\bar{x} \pm s$)		53.50± 20.97	53.70± 18.79	50.30± 15.59	45.20± 14.62		51.65± 16.36	
	t 值		0.766	0.904	0.009	1.505		0.5609	
	结果		N	N	N	N		N	
盐酸甜菜碱 (pH=6.5-7.0)	嗜好度 ($\bar{x} \pm s$)						51.10± 10.13	54.90± 10.39	
	t 值						0.498	2.165	
	结果						N	Y	
盐酸甜菜碱 (pH=1)	嗜好度 ($\bar{x} \pm s$)							0	
	t 值							0	
	结果							I+	

右上角“+”表示有强的促摄作用或强的抑制作用。

试饵的 pH 至 6.5—7.0 之间,加水调成面粉团块状。把称重后的小块饲料(试饵和对照饲料)分别投入水槽任意的两端,45 分钟内记录每尾金鱼所食量。金鱼所食的试饵量与摄饵总量(试饵+对照饲料量)之比即为金鱼对该试饵的嗜好度。

结果与讨论

第一次试验 对每种试饵共进行 20 次,结果用 t 检验分析。所用氨基酸为 L 型,见表 5。

结果经 t 检验分析,16%丙氨酸和缬氨酸对金鱼有促摄作用;16%谷氨酸和盐酸甜菜碱

有抑制作用;2%丙氨酸、缬氨酸、谷氨酸和盐酸甜菜碱均无作用,而2%天冬氨酸有抑制作用(见表2);浓度不同,作用也不同,见图1。用协方差分析可知,各种氨基酸对金鱼摄食活动影响的程度依次为:2%时,酪氨酸>赖氨酸>缬氨酸>亮氨酸>异亮氨酸>甘氨酸>精氨酸>谷氨酸>丙氨酸>天冬氨酸>盐酸甜菜碱;16%时,缬氨酸>丙氨酸>甘氨酸>酪氨酸>异亮氨酸>亮氨酸>谷氨酸>赖氨酸>精氨酸>天冬氨酸>盐酸甜菜碱。可见到,盐酸甜菜碱与精氨酸或与甘氨酸之间无协同作用,与精氨酸+甘氨酸,与甘氨酸+赖氨酸;甘氨酸+精氨酸+天冬氨酸有抑制作用(见表6)。高浓度(16%)中性氨基酸(甘氨酸、丙氨酸和缬氨酸)的作用强于低浓度(2%);酸性氨基酸与碱性氨基酸则相反。由上可以看到,少于5个碳原子的含有氨基、羟基的中性氨基酸(丙氨酸,缬氨酸)有促摄作用;而大于6个碳原子的中性氨基酸(亮氨酸,异亮氨酸)无作用,这结果与Murofushi, S. 等的一致^[3]。

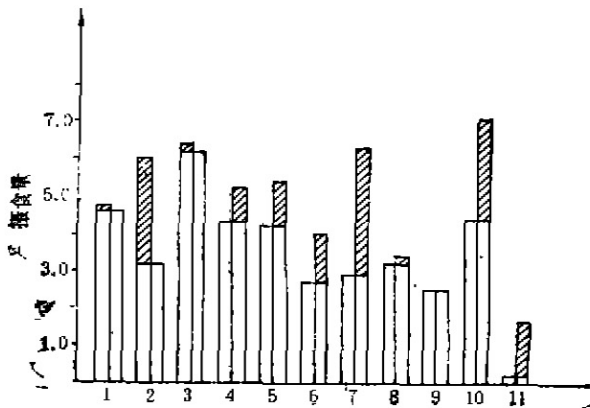


图1 不同浓度的氨基酸对金鱼摄食量的影响(经协方差分析)。左直条为16%浓度氨基酸,右直条为2%浓度氨基酸,斜线部分表示金鱼对两种浓度氨基酸的摄食量之差。

1. 甘氨酸、2. 丙氨酸、3. 缬氨酸、4. 异亮氨酸、
5. 亮氨酸、6. 精氨酸、7. 赖氨酸、8. 谷氨酸、
9. 天冬氨酸、10. 酪氨酸、11. 盐酸甜菜碱

第二次试验 天冬氨酸(0.5—3%),精氨酸(0.5—2%),丙氨酸(2—3%)的促摄作用明显;高浓度的亮氨酸(3—5%)和盐酸甜菜碱(5%)亦有促摄作用。谷氨酰胺在所试验的0.5

表6 盐酸甜菜碱与氨基酸的协同作用

组号	试 饵	残 饵 (平均值)	$t(<, >)_t$	结果
1	对 照 甜+精	14.60 15.40	1.4142 < t_0	N
2	对 照 甜+甘	11.45 13.10	1.3832 < t_0	N
3	对 照 甜+甘+精	10.10 13.75	3.9434 > t_0	I
4	对 照 甜+甘+赖	12.80 14.75	2.9419 > t_0	I
5	对 照 甘+精+天冬	7.90 11.30	2.3403 > t_0	I

—5%浓度范围内皆无作用。未调整 pH 值的盐酸甜菜碱(5%, pH = 1)有强烈的抑制作用,可见到金鱼食后又吐出的现象。10%天冬氨酸和10%亮氨酸有抑制作用(见表5)。从天冬氨酸中可以看到,随着浓度的增加,促摄作用也增强,但到达一定浓度后又下降(见图2)的现象。

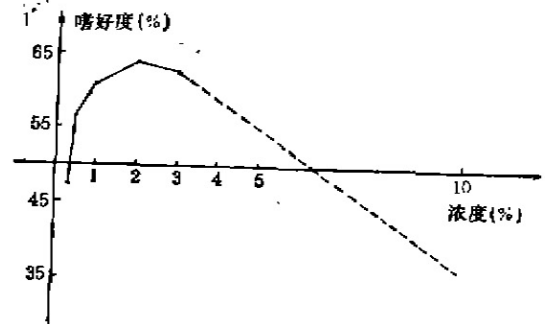


图2 金鱼对不同浓度天冬氨酸的嗜好度

由结果可知,酸性氨基酸的天冬氨酸, pH = 3, 2%浓度就显示出抑制作用(见表2)。若将其 pH 调整至 6.5—7.0 之间时, 0.5—3%浓度的天冬氨酸有明显的促摄作用(见表6)。pH 未加调整的碱性氨基酸,如精氨酸,在2%和16%浓度时无促摄作用(见表2),而当 pH 调整至 6.5—7.0 之间时, 0.5—2%浓度即有明显的促摄作用(见表5)。由于 pH 未加调整,酸性氨基酸的 pH 值较低,明显地抑制了金鱼的摄食活动, pH 值偏高的碱性氨基酸的抑制作用稍弱而中性氨基酸无此抑制作用,随着浓度

的增加，促摄作用相应地增强。盐酸甜菜碱的情况更为突出(见表5)。可见，饲料的 pH 值对金鱼的摄食活动有着不可忽视的影响，配制鱼用饲料时应使饲料呈中性为好。

氨基酸不但是饲料中的营养物质，某些氨基酸还是金鱼摄食活动的强刺激剂。

小 结

1. 在 1986 年 3—6 月间采用普通单尾金鱼试验了 L 型氨基酸和盐酸甜菜碱对其摄食活动的影响。

2. 试饵的 pH 值未加调整时，含有 16% 丙氨酸或缬氨酸的试饵对金鱼有促摄作用；16% 谷氨酸或盐酸甜菜碱对金鱼有抑制摄食活动的作用；2% 丙氨酸或缬氨酸无作用，2% 谷氨酸或盐酸甜菜碱亦无作用。

3. 浓度各为 8% 的盐酸甜菜碱+精氨酸或+甘氨酸无作用；同样，盐酸甜菜碱+精氨酸+甘氨酸或+赖氨酸+甘氨酸或甘氨酸+精氨酸

+天冬氨酸皆有抑制作用。

4. 各种物质对金鱼摄食活动的作用顺序为：2%浓度时，酪氨酸>赖氨酸>缬氨酸>亮氨酸>异亮氨酸>甘氨酸>精氨酸>谷氨酸>丙氨酸>天冬氨酸>盐酸甜菜碱；16%浓度时，缬氨酸>丙氨酸>甘氨酸>酪氨酸>异亮氨酸>亮氨酸>谷氨酸>赖氨酸>精氨酸>天冬氨酸>盐酸甜菜碱。

5. 当试饵 pH 加以调整至 6.5—7.0 之间时，0.5—3% 天冬氨酸，0.5—2% 精氨酸，2—3% 丙氨酸，3—5% 亮氨酸，5% 盐酸甜菜碱皆有促摄作用；0.5—5% 谷氨酰胺无作用；10% 天冬氨酸有抑制作用。

参 考 文 献

- [1] 宋天复等 1987 鱼类的化学通讯 水产学报 11 (4): 359—371。
- [2] Finger T. E. 1981., *Soc. Neurosci. Abstr.*, 7: 665.
- [3] Murofushi, s. et al. 1982., *J. Agrsc. Chem. Soc. Jap.*, 56(4):255—259.