

几种食用贝类淀粉酶活性的初步研究

岑科权 顾小英 尤仲杰 余方平* 龚松燕*

(宁波大学水产系, 宁波 315211)

提要 本研究对 10 种常见食用贝类成体的淀粉酶在不同 pH 值、不同温度条件下进行了活性测定。结果表明,其总体消化器官淀粉酶的最适温度为:青蛤(*Cyclina sinensis*), 33℃;缢蛏(*Sinonovacula constricta*), 32℃;文蛤(*Meretrix meretrix*), 43℃;等边浅蛤(*Gomphina veneriformis*), 35℃;菲律宾蛤仔(*Ruditapes philippinarum*), 34℃;泥螺(*Bullacta exarata*), 40℃;彩虹明樱蛤(*Moerella iridescens*), 37℃;微黄镰玉螺(*Lunatica gilva*), 43℃;锈凹螺(*Chlorostoma rusticum*), 43℃;疣荔枝螺(*Thais clavigera*), 43℃;淀粉酶的最适 pH 值范围为 4.6—4.9, 不同贝类稍有不同;同一种类中肝脏淀粉酶的活性大于肠淀粉酶的活性。

关键词 食用贝类, 淀粉酶

贝类因其肉味鲜美、营养丰富而受到人们欢迎。近年来,虾塘混养贝类种类越来越多,如何提高人工养殖的产量,饵料是其重要环节之一。不同贝类对食物有不同的需求,而贝类消化系统中消化酶活力的大小在一定程度上反映了贝类的食性。早在本世纪初已有学者在贝类的消化盲囊中检出有多种酶类存在,并对某些种类的淀粉酶活力进行了测定(黑木蜆, 1975)。但国内系统研究贝类消化酶的报道尚很少。

本文对浙江沿海 10 种常见经济贝类的淀粉酶在不同温度、不同 pH 值环境条件下进行了酶活性测定,并对肝脏和肠这两部分消化器官的淀粉酶活性进行了比较分析。

一、材料与 方法

1. 材料

选出的 10 种经济贝类均在鲜活时解剖,随机取样规格(壳长)如下:

缢蛏(*Sinonovacula constricta*), 5.4—5.8cm(壳长);

青蛤(*Cyclina sinensis*), 7.0—7.2cm(壳长);

文蛤(*Meretrix meretrix*), 5.1—5.4cm(壳长);

彩虹明樱蛤(*Moerella iridescens*), 1.0—1.3cm(壳长);

等边浅蛤(*Gomphina veneriformis*), 2.9—3.3cm(壳长);

菲律宾蛤仔(*Ruditapes philippinarum*), 2.9—3.3cm(壳长);

微黄镰玉螺(*Lunatica gilva*), 2.2—2.5cm(壳长);

* 浙江水产学院养殖系 93 届毕业生。

锈凹螺(*Chlorostoma rusticum*), 2.0—2.5cm(壳长);

疣荔枝螺(*Thais Clavigera*), 4.6—5.2cm(壳长);

泥螺(*Bullacta exarata*), 0.5—0.8cm(壳长)。

2. 样品制备

取样品消化器官整体, 加入 5 倍于重量的预冷生理盐水, 匀浆(2000r/min)3min。匀浆液离心(0℃, 9000r/min)20min, 取上清液, -10℃冰箱保存, 测定酶活性 10 倍稀释。

3. 测定方法

(1) 活力测定: 取 4 支试管分别加 0.5mL 1% 马铃薯淀粉溶液, 再在 3 支中加入 0.5mL 稀释 10 倍的酶液, 另一支加 0.5mL 生理盐水作空白, 在水浴中保温 3min, 取出, 各加 1.0mL 3,5-二硝基水杨酸显色。在 100℃沸水中水浴 5min, 冷却后加入 1mL 蒸馏水, 用 721 型分光光度计测定 540nm 处 OD 值。

计算方法: 以每分钟催化淀粉水解生成 1mg 麦芽糖的酶量为 1 个活力单位。

$$\text{酶活力单位} = \frac{(A_{\text{样}} - A_{\text{空}}) \times \text{标准管中麦芽糖的微摩尔数}}{(A_{\text{标}} - A_{\text{标空}}) \times 3} \times \text{稀释倍数}$$

(2) 淀粉酶的 pH-活性曲线的测定: 其中, pH3.0 由 0.2mol/L 柠檬酸缓冲液配制底物; pH4.0, 4.6, 5.5 由 0.2mol/L 乙酸缓冲液配制底物; pH5.9, 6.9, 7.5 由 0.2mol/L 磷酸缓冲液配制底物; pH8.5 由 0.05mol/L 硼砂-硼酸缓冲液配制底物。

(3) 淀粉酶的温度-活性曲线及最适温度的测定: 在 $t=10, 15, 20, 25, 30, 35, 40, 45$ (℃) 条件下测定酶活力, 再在最大值附近每隔 1℃测定酶活力, 获得最适温度。

二、结果与讨论

1. 淀粉酶的 pH-活性曲线

对菲律宾蛤仔、锈凹螺、疣荔枝螺 3 种贝类总体消化器官的淀粉酶的 pH-活性关系测定结果如表 1 所示。

表 1 3 种贝类总体消化器官的淀粉酶的 pH-活性关系比较

酶活力 种类 \ pH	3.0	4.0	4.6	5.5	5.9	6.9	7.5	8.5
菲律宾蛤仔	4.11±0.13	5.53±0.12	5.92±0.24	6.70±0.12	6.85±0.41	7.22±0.08	6.22±0.48	4.88±0.31
锈凹螺	15.12±0.41	22.78±0.36	26.88±0.36	31.27±0.37	36.93±2.57	31.32±0.24	30.74±0.36	24.62±0.43
疣荔枝螺	6.34±0.14	8.15±0.12	9.92±0.18	9.30±0.37	9.26±0.24	9.10±0.12	9.07±0.46	8.17±0.38

注 单位为酶活力单位; 在 $t=25$ ℃ 时测定; 表中数值以 3 次实验数据的平均值和标准差表示(以下同)。

菲律宾蛤仔的总体淀粉酶在 pH 值为 6.9 时酶活性最大; 锈凹螺的总体淀粉酶活性在 pH5.9 时最大; 疣荔枝螺的总体淀粉酶在 pH 值为 4.6 时活性最大, 但与其它 pH 值时的活性没有显著差异。

3 种贝类的淀粉酶的 pH-活性曲线如图 1 所示:

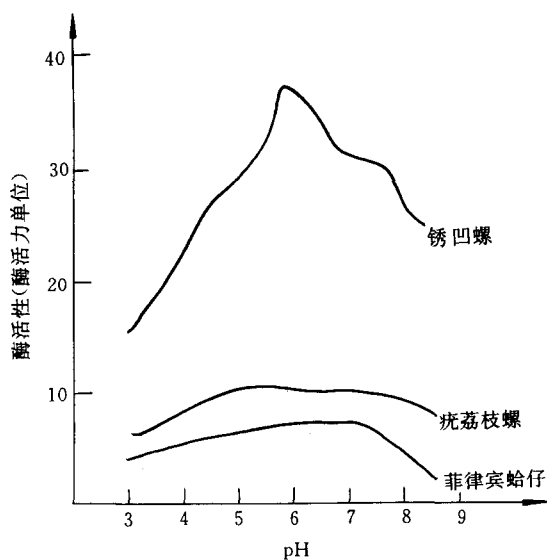


图1 3种贝类淀粉酶的pH-活性曲线

(1) 锈凹螺的淀粉酶对pH值变化的敏感性大, 菲律宾蛤仔和疣荔枝螺的淀粉酶对pH值变化的敏感性小, 曲线比较平坦。

(2) 在相同温度及pH值下, 3种贝类的淀粉酶活性差异显著, 比较如下: 锈凹螺>疣荔枝螺>菲律宾蛤仔。

2. 淀粉酶的温度-活性曲线

(1) 青蛤的淀粉酶温度-活性曲线: 在pH值为6.9时, 对青蛤消化器官不同部位淀粉酶进行测定, 结果如表2; 其温度-活性曲线如图2所示。

表2 青蛤消化器官不同部位淀粉酶的温度-活性关系比较

酶活力 部 位	10℃	15℃	20℃	25℃	30℃	31℃	32℃	33℃	34℃	35℃	40℃	45℃
总体 消化 器官	12.99 ± 0.25	14.10 ± 0.17	20.82 ± 0.47	26.06 ± 0.12	28.39 ± 0.25	29.23 ± 0.12	30.07 ± 0.13	30.90 ± 0.17	28.86 ± 0.26	26.91 ± 0.28	25.18 ± 0.53	23.23 ± 0.51
肝 脏	9.10 ± 0.32	9.79 ± 0.30	12.43 ± 0.40	16.08 ± 0.28	16.77 ± 0.48					17.46 ± 0.40	18.89 ± 0.42	17.54 ± 0.32
胃 肠	6.31 ± 0.27	7.04 ± 0.25	9.18 ± 0.36	12.54 ± 0.30	13.73 ± 0.41					15.06 ± 0.33	13.12 ± 0.48	11.84 ± 0.37

注 在pH值为6.9时测得; 单位为酶活力单位(以下同)。

a. 青蛤总体淀粉酶活性随着温度的升高逐渐增大, 在33℃时达到最大, 为30.90酶活力单位, 随着温度的继续升高, 淀粉酶活性则出现下降趋势。

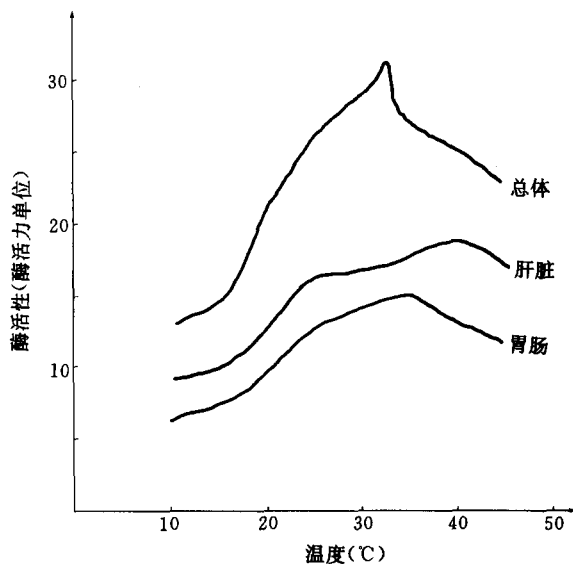


图2 青蛤消化器官不同部位淀粉酶的温度-活性曲线

- b. 肝脏淀粉酶在 40℃ 附近活性最大, 为 18.89 活力单位。
 c. 胃肠淀粉酶在 35℃ 附近活性最大, 为 15.06 活力单位。
 d. 消化器官不同部位的淀粉酶活性有差异, 三者关系为: 总体消化器官 > 肝脏 > 胃肠。

(2) 缢蛏的淀粉酶温度-活性曲线: 缢蛏消化器官不同部位淀粉酶的温度-活性关系测定结果如表 3; 其温度-活性曲线见图 3。从表 3、图 3 可看出:

- a. 缢蛏消化器官的不同部位淀粉酶活性差异较大, 三者关系为: 总体消化器官 > 胃肠 > 肝脏。
 b. 总体消化器官淀粉酶在 32℃ 时活性最大, 达 30.95 单位。

表3 不同温度下缢蛏消化器官不同部位淀粉酶的活性比较

温 度 (℃) 部 位	10	15	20	25	30	31	32	33	35	40
总 体 消 化 器 官	17.06 ± 0.55	18.04 ± 0.12	19.84 ± 0.24	21.48 ± 0.20	28.63 ± 0.54	29.87 ± 0.43	30.95 ± 0.32	28.52 ± 0.32	27.46 ± 0.37	26.24 ± 0.57
肝 脏	4.32 ± 0.09	4.44 ± 0.08	5.05 ± 0.12	6.00 ± 0.17	7.83 ± 0.32	8.74 ± 0.33	9.96 ± 0.31	8.05 ± 0.22	6.96 ± 0.36	6.85 ± 0.12
胃 肠	6.96 ± 0.20	7.83 ± 0.24	8.57 ± 0.16	9.18 ± 0.33	10.08 ± 0.35	11.63 ± 0.41	13.98 ± 0.36	13.04 ± 0.34	11.74 ± 0.27	10.24 ± 0.52

- c. 胃肠淀粉酶在 30℃ 时活性最大, 与总体消化器官基本一致。
 d. 肝脏淀粉酶在 32℃ 时活性最大, 为 9.96 活力单位。

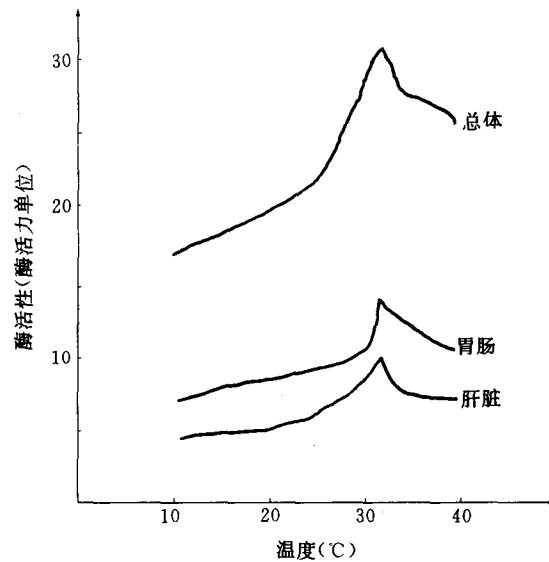


图3 缢蛏消化器官不同部位淀粉酶的温度-活性曲线

(3) 文蛤的淀粉酶温度-活性曲线:在 $\text{pH}=6.9$ 时测定,结果如表4,其温度-活性曲线见图4。从图、表可知:

a. 文蛤不同消化器官部位的淀粉酶活性关系为:总体消化器官>肝脏>胃肠,其中胃肠的淀粉酶活性较高,这与胃肠的消化吸收功能相吻合。

b. 总体消化器官淀粉酶在 43°C 时活性最高,肝脏淀粉酶活性在 42°C 最高,胃肠淀粉酶活性在 43°C 最高。

c. 总体消化器官、肝脏及胃肠的淀粉酶活性随温度变化的趋势非常相似。

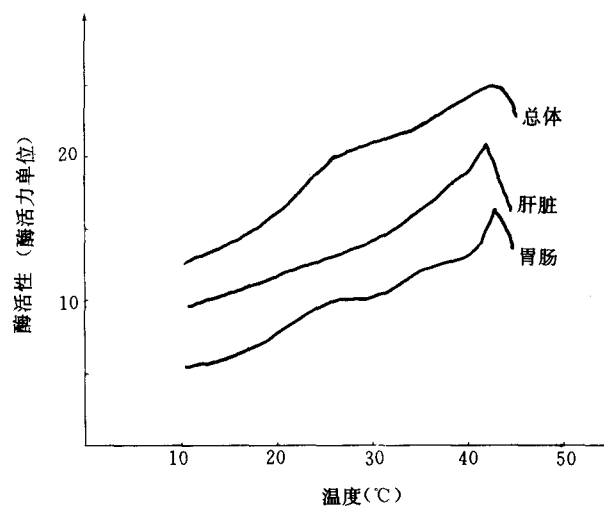


图4 文蛤消化器官不同部位淀粉酶的温度-活性曲线

表 4 不同温度下文蛤消化器官不同部位淀粉酶的活性比较

温 度 (°C)	15	20	25	30	35	40	41	42	43	44
消化器官										
总体	13.81	16.19	19.35	20.50	21.80	23.95	23.97	24.08	24.63	23.81
消化	±	±	±	±	±	±	±	±	±	±
器官	0.46	0.55	0.12	0.23	0.33	0.27	0.16	0.22	0.26	0.23
肝 脏	10.03	11.85	12.83	13.92	16.03	18.60	19.03	20.76	19.12	17.34
	±	±	±	±	±	±	±	±	±	±
	0.51	0.48	0.24	0.12	0.21	0.53	0.50	0.43	0.45	0.39
胃 肠	5.63	7.70	9.52	9.81	11.75	12.43	13.18	13.94	14.73	14.01
	±	±	±	±	±	±	±	±	±	±
	0.44	0.29	0.31	0.17	0.21	0.12	0.19	0.22	0.21	0.18

表 5 2 种贝类不同温度下总体消化器官淀粉酶的活性比较

温 度 (°C)	15	20	25	30	32	33	34	35	37	40
种 类										
等边浅蛤	12.54	13.97	17.81	22.09	23.11	23.57	24.73	27.41	23.22	20.61
	±	±	±	±	±	±	±	±	±	±
	0.16	0.21	0.12	0.37	0.18	0.08	0.24	0.26	0.12	0.12
菲律宾蛤仔	6.45	6.77	7.25	7.51	9.03	9.47	10.87	9.45	8.87	8.44
	±	±	±	±	±	±	±	±	±	±
	0.64	0.20	0.09	0.05	0.24	0.32	0.21	0.28	0.15	0.17

表 6 3 种贝类不同温度下总体消化器官淀粉酶的活性比较

温 度 (°C)	15	20	25	30	35	40	41	42	43	44
种 类										
微黄镰玉螺	28.78	29.84	31.93	35.98	37.96	39.65	40.25	41.32	42.01	41.54
	±	±	±	±	±	±	±	±	±	±
	0.26	0.52	0.30	0.66	0.28	0.98	0.24	0.17	0.09	0.09
锈凹螺	22.54	25.95	34.30	35.55	39.96	41.00	41.16	41.38	42.67	40.69
	±	±	±	±	±	±	±	±	±	±
	0.37	0.29	0.24	0.53	0.24	0.33	0.34	0.29	0.37	0.30
疣荔枝螺	11.98	12.70	13.20	13.57	13.57	13.62	13.57	13.60	14.16	13.41
	±	±	±	±	±	±	±	±	±	±
	0.28	0.14	0.25	0.16	0.08	0.23	0.08	0.10	0.16	0.08

表 7 2 种贝类不同温度下总体消化器官淀粉酶的活性比较

温度(°C)	15	20	25	30	35	38	40	41	42	45
种 类										
泥 螺	2.72	3.07	3.53	3.69	3.76	3.91	4.41	4.14	3.99	3.12
	±	±	±	±	±	±	±	±	±	±
	0.16	0.05	0.06	0.06	0.16	0.09	0.11	0.09	0.13	0.13
彩虹明樱蛤	13.68	14.23	15.92	16.93	17.70	18.81	18.73	18.45	18.23	17.67
	±	±	±	±	±	±	±	±	±	±
	0.15	0.19	0.20	0.41	0.17	0.24	0.21	0.18	0.20	0.20

3. 10 种实验贝类总体消化器官淀粉酶的温度-活性关系比较(表 5—7, 图 5, 6)

从图、表进行相互比较, 可以看出:

(1) 泥螺淀粉酶的活性较小, 在 10—37°C 之间温度-活性曲线较平坦, 说明它对温度变化不太敏感; 在 40°C 时, 淀粉酶活性最大, 为 4.41 活力单位。泥螺的淀粉酶活性较弱可能与它的习性有关, 泥螺为杂食性动物, 饵料主要为底栖硅藻类, 其主要成分为果胶质、纤维素、油脂等, 其中淀粉较少。

(2) 菲律宾蛤仔的淀粉酶活性较泥螺稍强, 但也较小, 在 10—30°C 间曲线平坦, 34°C 时酶活性最大。

(3) 彩虹明樱蛤的淀粉酶在 37°C 左右活性最大, 对温度变化的敏感性差。

(4) 等边浅蛤的淀粉酶在 10—35°C 之间随温度的升高其活性明显增大, 在 35°C 达到最大, 随温度的继续升高, 酶活性迅速变小。

(5) 微黄镰玉螺的淀粉酶对温度变化的敏感性较大, 其活性也很强, 在 43°C 时酶活性最大, 为 42.01 活力单位。

(6) 疣荔枝螺的淀粉酶活性较小, 并且对温度变化的敏感性差, 温度-活性曲线非常平坦, 在 43°C 时最大, 为 14.16 活力单位。

(7) 锈凹螺的淀粉酶对温度变化的敏感性很大, 在 10—43°C 之间随温度的上升酶活性迅速增大, 到 43°C 时最大, 然后迅速下降。

(8) 被测定的 10 种贝类的淀粉酶活性大小差异非常显著, 活性最小的泥螺淀粉酶与活性最大的锈凹螺、微黄镰玉螺的淀粉酶活性相差 10 倍; 这 10 种贝类的淀粉酶活性大小关系如下: 锈凹螺 > 微黄镰玉螺 > 青蛤、缢蛏 > 等边浅蛤 > 文蛤 > 彩虹明樱蛤 > 疣荔枝螺 > 菲律宾蛤仔 > 泥螺。

4. 各种贝类肝脏、胃肠道淀粉酶活性比较

对等边浅蛤、缢蛏、文蛤、青蛤、微黄镰玉螺和锈凹螺的肝脏、胃肠道淀粉酶, 在 $t = 25^{\circ}\text{C}$, $\text{pH} = 6.9$ 时的活性测定结果如表 8。从表 8 可以看出, 这些贝类的肝脏淀粉酶活性都明显大于其胃肠道的淀粉酶活性。这与它们在消化系统中的功能相一致, 肝脏是分泌消化酶的腺体, 而胃肠道主要行消化吸收功能, 只是在未消化的食物进入肠后, 依靠腺体分泌的消化酶而继续作用进行消化。

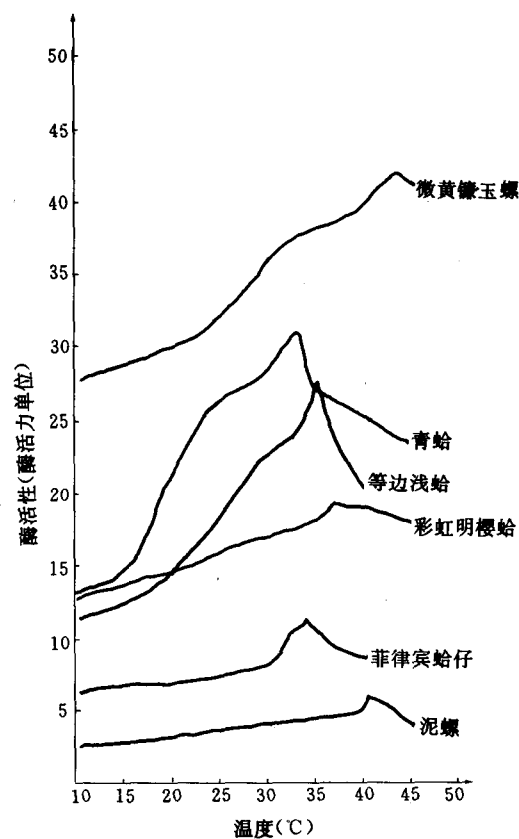


图 5 6 种贝类淀粉酶的温度-活性曲线

表 8 各种贝类肝脏、胃肠的淀粉酶活性比较

种 类 器 官	等边浅蛤	缢蛏	文蛤	青蛤	微黄镰玉螺	锈凹螺
肝 脏	12.09±0.20	6.00±0.17	12.83±0.24	16.08±0.28	39.00±0.65	31.32±0.24
胃 肠	7.46±0.16	4.36±0.20	9.52±0.34	10.18±0.24	4.26±0.38	1.38±0.24

三、小 结

食用贝类的淀粉酶活性受 pH 及温度影响较大,不同贝类都有其最适 pH 范围与最适温度范围,并且同种贝类的不同消化器官部位的淀粉酶活性的大小,最适 pH 范围与温度范围也有差别。酶活性的变化在一定程度上反映了生物体对饵料的消化能力的改变。

本试验只对 10 种常见食用贝类的成体淀粉酶的活性进行了测定,对不同生长期的酶活性以及其它消化酶的活性尚需进一步测定。

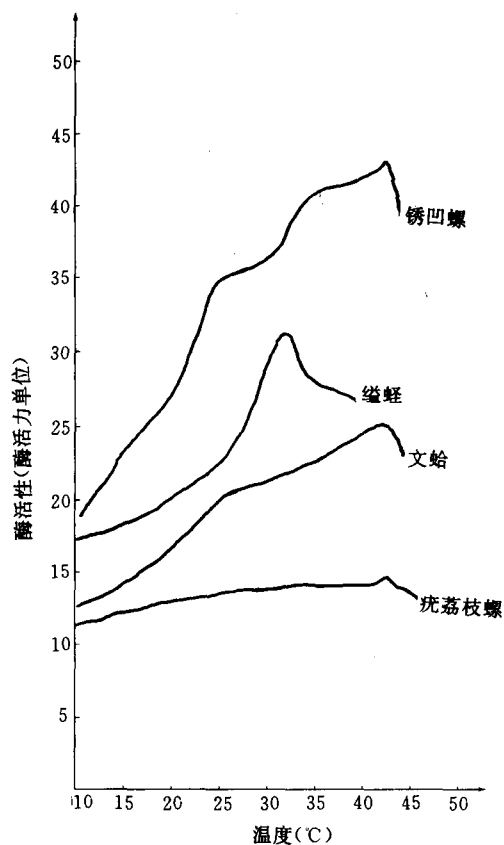


图6 4种贝类淀粉酶的温度-活性曲线

参 考 文 献

- 尤仲杰、王一农等,1989,泥螺生物学观察与移养技术研究报告。
- 刘玉梅、朱谨钊,1984,对虾消化酶的研究,海洋科学,5:46—50。
- 朱 俭、曹凯鸣等,1981,生物化学实验,上海科学技术出版社,186—190。
- 蒋传蔡、金承德等,1982,工具酶的活力测定,上海科学技术出版社,3—5,74—76。
- 蔡英亚、张 英等,1979,贝类学概论,上海科学技术出版社,131。
- 黑木蜷,1975,稚魚の摂餌與発育,水産学会雑誌,恒星社厚生阁出版,41—44。
- Maugle, P. D. 弟子丸修、片山輝久、K. L. Simpson, 1982, 日本水産学会雑誌, 4(12): 1753—1764。

STUDIES ON THE AMYLASE ACTIVITY OF EDIBLE MOLLUSKS

Cen Liquan, Gu Xiaoying, You Zhongjie,

Yu Fangping and Gong Songyan

(Fisheries Dep., Ningbo University, Ningbo 315211)

Abstract

Amylase activity of 10 species of Common edible mollusks were investigated under different pH values and temperatures. The results were as following:

1. The optimum temperature of amylase activity is 32°C for *Sinonovacula constricta*, 33°C for *Cyclina sinensis*, 43°C for *Meretrix meretrix*, 35°C for *Gomphina veneriformis*, 34°C for *Ruditapes philippinarum*, 37°C for *Moerella iridescens*, 43°C for *Lunatica gilva* and *Thais clavigera*, 40°C for *Bullacta exarata* and 43°C for *Chlorostoma rusticum*.

2. The optimum pH value for amylase activity varies from 4.6 to 6.9.

3. The amylase activities in two organs of one individual are different (liver > intestine).

Key words edible mollusks, amylase