

文章编号:1000 - 0615(2002)02 - 0139 - 04

虾夷扇贝二倍体与三倍体脂肪酸组成的比较

陈 炜, 高悦勉, 孙 征

(大连水产学院养殖系, 辽宁 大连 116023)

摘要:采用毛细管色谱柱对虾夷扇贝二倍体与三倍体的脂肪酸组成进行了检测。结果表明: 两者闭壳肌和外套膜的脂肪酸组成相似, 特征为多烯酸(PUFA) > 饱和脂肪酸(SFA) > 单烯酸(MUFA), PUFA 以 $n-3$ 系列为主, 主要脂肪酸为 22:6 $n-3$ (23.9% ~ 28.9%), 20:5 $n-3$ (17.6% ~ 20.6%), 16:0(11.0% ~ 19.4%), 18:0(7.3% ~ 8.1%), 20:4 $n-6$ (2.8% ~ 5.5%); 生殖腺的脂肪酸种类相似, 但两者多数脂肪酸的含量差异显著, 其中三倍体的 SFA 和 MUFA 含量显著高于二倍体 ($P < 0.01$), 而 PUFA 含量显著低于二倍体 ($P < 0.01$)。

关键词: 虾夷扇贝; 二倍体; 三倍体; 脂肪酸

中图分类号: S963.161 **文献标识码:** A

Comparison of fatty acids composition between diploid and triploid Japanese scallop, *Patinopecten yessoensis*

CHEN Wei, GAO Yue-mian, SUN Zheng

(Department of Aquaculture, Dalian Fisheries University, Dalian 116023, China)

Abstract: By means of capillary gas chromatography column, fatty acids composition in diploid and triploid Japanese scallop (*Patinopecten yessoensis*) was studied. The main results were as follows: The composition of fatty acids in muscle and mantle was similar to both scallops. They were all PUFA > SFA > MUFA and $n-3$ PUFA > $n-6$ PUFA. The main fatty acids were 22:6 $n-3$ (23.9% - 28.9%), 20:5 $n-3$ (17.6% - 20.6%), 16:0 (11.0% - 19.4%), 18:0 (7.3% - 8.1%) and 20:4 $n-6$ (2.8% - 5.5%); Diploid and triploid scallop had similar kinds of fatty acids in gonad, but there were significant differences in the contents of fatty acids between the two scallops, in which triploid scallop had significantly higher levels of SFA and MUFA, but lower level of PUFA in gonad than those of diploid scallop ($P < 0.01$).

Key words: *Patinopecten yessoensis*; diploid; triploid; fatty acids

三倍体贝类在养殖方面的优势如生长速度快、出肉率高、抗逆性强等已得到证实^[1-3]。评价三倍体肉质是否也具有一定优势, 需对其生化组成进行全面分析。曾对某些贝类三倍体和二倍体的氨基酸^[1]、糖元^[2,4,5]、一般化学组成^[3,6,7]进行过比较研究, 但尚未见有贝类多倍体脂肪酸组成方面的报道。本文比较研究了虾夷扇贝 (*Patinopecten yessoensis*) 二倍体与三倍体闭壳肌、外套膜及生殖腺的脂肪酸组成, 期为虾夷扇贝三倍体肉质评价和相关研究提供依据。

收稿日期: 2001-07-31

资助项目: 国家九五攻关课题资助项目 (96 - 008 - 03 - 02)

作者简介: 陈 炜 (1968 -), 女, 四川新津人, 工程师, 硕士, 主要从事水产动物营养与饲料及水质分析研究。Tel: 0411 - 4762692, E-mail: chenwei999@263.net

1 材料和方法

1.1 材料

虾夷扇贝二倍体和三倍体样品(表 1)于 2000 年 4 月取自大连长海县獐子岛。

1.2 倍性检验

用 Partec PAS - 型细胞流式仪检测倍性。

1.3 脂肪酸甲酯的制备

用生理盐水将贝体洗净,活体解剖,分别取闭壳肌、外套膜、生殖腺装于塑料袋中速冻于 - 28℃ 冰柜中保存。用玻璃匀浆器匀浆待测样品,然后准确称取 1g 样品,加入 2% 的 BHT 甲醇溶液。按照改进的 Folch 法^[8]萃取脂质。将所得脂质用 KOH - 甲醇于 70℃ 下皂化 1h 后,用 BF₃ 催化法^[9]制取脂肪酸甲酯。最后转移浓缩到石油醚中供色谱分析用。

1.4 色谱测定条件

在日本岛津公司 GC - 9A 型气相色谱仪上测定,配有 C - R3A 色谱数据微处理机。采用 30m × 0.25mm 的 FFAP 抗氧化交联石英毛细管色谱柱(中国科学院大连化学物理研究所)。FID 为检测器, N₂ 为载气,线速 17m · min⁻¹。柱温由 160℃ 以 2℃ · min⁻¹ 的速度上升至 230℃,并保持至出峰完毕,进样口温度 260℃。采用部分脂肪酸甲酯标准样品(上海试剂一厂和 Sigma 公司)与 ECL 值^[10-12]相结合的方法定性,采用面积归一化法定量。

1.5 数据处理

采用 *t* 检验进行两组均数差异显著性检验。

表 1 虾夷扇贝二倍体和三倍体的形态性状

Tab. 1 Morphocharacters of diploid and triploid Japanese scallop (Mean ±SD)

样本数 sample	倍性 ploidy	鲜重(g) fresh weight	壳长(cm) shell length	壳高(cm) shell height	壳宽(cm) shell width
3	2N	115.8 ±32.1	9.5 ±1.2	9.4 ±0.9	2.6 ±0.3
3	3N	106.9 ±59.8	9.4 ±2.4	9.0 ±2.4	2.4 ±0.4

2 结果

虾夷扇贝样本的形态性状见表 1。各部位脂肪酸组成见表 2。

2.1 二倍体和三倍体的脂肪酸组成

生殖腺中的脂肪酸种类,二倍体为 21 种,三倍体为 23 种,即在三倍体中检出二倍体不含有 2 种脂肪酸(14:1 和 17:1)。生殖腺中的脂肪酸含量,二倍体和三倍体之间有 17 种差异显著,其中 12 种差异极显著($P < 0.01$)。三倍体中饱和脂肪酸(SFA)和单烯酸(MUFA)的含量约为二倍体的 1.7 倍和 1.6 倍,而多烯酸(PUFA)仅为二倍体的 0.6 倍。

闭壳肌的脂肪酸种类,二倍体和三倍体相同,均检出 22 种。闭壳肌的脂肪酸含量,二倍体和三倍体有若干相似:PUFA 的含量达 50% 以上,且以 n-3 系列为主;主要脂肪酸为 22:6n-3、20:5n-3、16:0、18:0 和 20:4n-6,占脂肪酸总量的 73% ~ 74%。但仍有 5 种脂肪酸的含量之间存在显著差异($P < 0.05$)。二倍体的 n-6 系列 PUFA 约为三倍体的 1.5 倍,而 n-3/n-6 比值仅为三倍体的 0.7 倍。

外套膜的脂肪酸种类,二倍体和三倍体亦相同,均为 22 种。外套膜的脂肪酸含量,二倍体与三倍体基本相似,特征与闭壳肌相同,仅 18:1n-7 和 20:4n-6 的含量之间存在显著差异($P < 0.01$)。

2.2 不同部位脂肪酸组成的比较

闭壳肌、外套膜及生殖腺脂肪酸含量的共同特征为 PUFA > SFA > MUFA (仅三倍体生殖腺的 PUFA 略低于 SFA),且 n-3PUFA > n-6PUFA。但仍存在一些差异,生殖腺中含有的 18:3n-3 和 18:3n-6,在闭壳肌和外套膜中均未检出;而闭壳肌和外套膜中含有的 15:0 和 22:5n-6,在生殖腺中未检出。生殖腺的 n-3/n-6 比值高达 22.8 ~ 29.3,约为闭壳肌和外套膜的 3 ~ 4 倍。

表 2 虾夷扇贝二倍体和三倍体闭壳肌、外套膜、生殖腺总脂的脂肪酸组成
 Tab.2 Fatty acids composition of the total lipids of muscle, mantle, gonad in diploid
 and triploid Japanese scallop (Mean \pm SD)

名称 name	ECL 值 ECL value	闭壳肌(%) muscle			外套膜(%) mantle			生殖腺(%) gonad		
		二倍体 2N	三倍体 3N	t 检验 t-test	二倍体 2N	三倍体 3N	t 检验 t-test	二倍体 2N	三倍体 3N	t 检验 t-test
14 0	14.00	1.6 \pm 0.3	3.1 \pm 0.7	*	1.4 \pm 0.1	2.2 \pm 0.6		1.0 \pm 0.04	17.6 \pm 1.2	**
14 1	14.32								0.7 \pm 0.1	
15 0	15.00	0.6 \pm 0.1	0.7 \pm 0.1		0.4 \pm 0.1	0.6 \pm 0.3				
16 0	16.00	15.1 \pm 1.9	19.4 \pm 3.2		12.6 \pm 0.7	11.0 \pm 1.0		15.5 \pm 2.0	19.6 \pm 0.4	*
16 1r-7	16.36	1.0 \pm 0.2	1.6 \pm 0.2	*	2.2 \pm 0.1	2.3 \pm 0.5		2.3 \pm 0.3	9.2 \pm 0.6	**
17 0	17.00	1.4 \pm 0.3	1.2 \pm 0.1		1.1 \pm 0.2	1.3 \pm 0.5		0.6 \pm 0.1	0.5 \pm 0.1	
17 1	17.36	tr	tr		tr	tr			1.4 \pm 0.1	
16 4r-3	17.74	1.7 \pm 0.5	1.7 \pm 0.5		1.5 \pm 0.5	2.0 \pm 1.0		1.2 \pm 0.3	0.7 \pm 0.1	
18 0	18.00	8.0 \pm 0.7	7.3 \pm 0.4		8.1 \pm 0.7	8.0 \pm 0.6		7.1 \pm 0.2	2.8 \pm 0.3	**
18 1r-11	18.19	tr	tr		0.6 \pm 0.1	1.0 \pm 0.6		tr	tr	
18 1r-9	18.29	2.2 \pm 0.8	2.4 \pm 0.4		2.4 \pm 0.2	2.0 \pm 0.1		1.4 \pm 0.1	2.6 \pm 0.2	**
18 1r-7	18.35	3.0 \pm 0.4	3.0 \pm 0.4		4.0 \pm 0.1	2.7 \pm 0.2	**	5.9 \pm 0.4	4.8 \pm 0.2	*
18 2r-6	18.77	0.8 \pm 0.4	0.6 \pm 0.2		1.2 \pm 0.3	1.1 \pm 0.3		0.5 \pm 0.2	0.3 \pm 0.1	
18 3r-6	18.95	tr	tr		tr	tr		1.1 \pm 0.1	0.9 \pm 0.2	
18 3r-3	19.42							0.3 \pm 0.1	0.5 \pm 0.01	*
18 4r-3	19.74	0.6 \pm 0.1	0.7 \pm 0.2		1.4 \pm 0.01	1.3 \pm 0.5		2.3 \pm 0.2	4.5 \pm 0.2	**
?	19.88	2.1 \pm 0.7	1.6 \pm 0.5		2.2 \pm 1.0	2.1 \pm 0.8		3.0 \pm 1.0	1.0 \pm 0.1	*
20 1r-15	20.19	2.1 \pm 0.4	1.4 \pm 0.1	*	2.3 \pm 0.02	2.6 \pm 0.3		0.5 \pm 0.01	1.1 \pm 0.2	**
20 1r-9	20.22	1.5 \pm 0.2	1.7 \pm 0.1		1.2 \pm 0.04	1.4 \pm 0.2		0.8 \pm 0.02	0.4 \pm 0.1	**
20 1r-7	20.32	2.2 \pm 0.6	2.2 \pm 0.4		1.6 \pm 0.1	1.5 \pm 0.1		1.4 \pm 0.3	0.9 \pm 0.04	*
20 2r-6	20.71	0.5 \pm 0.1	0.5 \pm 0.1		tr	tr		tr	tr	
20 4r-6	21.27	4.6 \pm 1.1	2.8 \pm 0.1	*	4.5 \pm 0.3	5.5 \pm 0.1	**	1.9 \pm 0.1	0.8 \pm 0.1	**
20 5r-3	21.92	17.6 \pm 2.3	20.4 \pm 1.2		20.6 \pm 0.6	18.7 \pm 2.1		25.4 \pm 1.5	15.2 \pm 0.8	**
21 5r-3	22.92	0.6 \pm 0.1	0.7 \pm 0.1		0.8 \pm 0.05	0.7 \pm 0.05		1.4 \pm 0.04	1.0 \pm 0.1	**
22 5r-6	23.48	0.8 \pm 0.2	0.6 \pm 0.1		0.8 \pm 0.2	0.7 \pm 0.01				
22 5r-3	23.84	0.7 \pm 0.1	0.7 \pm 0.1		1.0 \pm 0.02	0.9 \pm 0.4		1.5 \pm 0.02	0.4 \pm 0.03	**
22 6r-3	24.14	28.9 \pm 2.2	23.9 \pm 1.2	*	25.4 \pm 0.6	27.0 \pm 0.9		22.0 \pm 2.1	12.1 \pm 0.6	**
SFA		26.8 \pm 2.4	31.7 \pm 3.6		25.8 \pm 0.1	25.1 \pm 1.9		24.2 \pm 2.3	40.5 \pm 0.6	**
MUFA		12.0 \pm 0.9	12.2 \pm 1.1		14.8 \pm 0.3	13.5 \pm 1.9		12.4 \pm 0.3	19.5 \pm 0.1	**
PUFA		55.0 \pm 2.4	51.0 \pm 2.4		57.3 \pm 1.2	57.9 \pm 2.1		55.2 \pm 3.4	35.6 \pm 0.1	**
n-3PUFA		48.3 \pm 2.7	46.4 \pm 2.3		49.2 \pm 1.2	48.5 \pm 2.5		52.9 \pm 3.9	33.7 \pm 0.1	**
n-6PUFA		6.7 \pm 1.0	4.5 \pm 0.3	*	6.6 \pm 0.4	7.4 \pm 0.6		2.4 \pm 0.3	1.2 \pm 0.03	**
n-3/n-6		7.3 \pm 1.4	10.2 \pm 0.6	*	7.5 \pm 0.4	6.6 \pm 0.2		22.8 \pm 4.9	29.3 \pm 0.6	**

注:tr 表示含量低于 0.3%; * 表示两组数值间差异显著($P < 0.05$), ** 表示两组数值间差异极显著($P < 0.01$)。

Notes:tr indicates the contents are less than 0.3%; asterisks indicate significant differences between the two groups (* for $P < 0.05$ and ** for $P < 0.01$).

3 讨论

曾志南等^[4]、山本敏^[5]和 Tabarini^[2]报告,太平洋牡蛎(*Crassostrea gigas*)、僧帽牡蛎(*Ostrea cucullata*)和海湾扇贝(*Argopecten irradians*)的二倍体在繁育期因大量消耗糖元而使其含量低于三倍体,闭壳肌品质明显下降。杨爱国等^[1]报告,栉孔扇贝(*Chlamys farreri*)闭壳肌和外套膜的氨基酸组成,二倍体与三倍体基本相同,但生殖腺的氨基酸含量,二倍体为三倍体的 2 倍,表明二倍体扇贝在繁育期对氨基酸有特殊的需求和积累。本试验结果表明,虾夷扇贝二倍体与三倍体在生殖腺的脂肪酸组成上存在明显差异,二倍体的 PUFA 含量约为三倍体的 1.7 倍,说明二倍体在繁育期对 PUFA 亦存在特殊的积累,需要额外补充或从体内其它部位转移到生殖腺,以满足生殖的需要。若此时额外的营养补充不足,势必影响二倍

体扇贝闭壳肌的品质,而三倍体因具有不育或低育性,至少在繁育期,其闭壳肌具有更高的商品价值。

虾夷扇贝脂肪酸组成的一个重要特征是 $n-3$ 系列的 PUFA 明显多于 $n-6$ 系列,所测部位的 $n-3/n-6$ 比值为 $6.6 \sim 29.3$,高于中国对虾及一些海洋甲壳动物^[13]。生殖腺的 $n-3/n-6$ 比值约为闭壳肌和外套膜的 $3 \sim 4$ 倍,说明虾夷扇贝生殖腺的发育需要更多的 $n-3$ PUFA,这一点与海水鱼虾的研究结果是一致的^[13,14]。虾夷扇贝三倍体闭壳肌的 $n-3/n-6$ 比值显著地高于二倍体,可能是由于其生长速度较快而对 $n-3$ PUFA 需求量增加的结果。

Saito 等^[15]研究发现,马苏大麻哈鱼 (*Oncorhynchus masou*) 二倍体与三倍体在肌肉的脂肪酸组成方面无明显区别;Lee 等^[16]对鲤 (*Cyprinus carpio*) 肌肉总脂中脂肪酸的测定结果表明,三倍体的 MUFA 高于二倍体,而 PUFA 低于二倍体。本试验对虾夷扇贝闭壳肌和外套膜的测定结果与前者一致,而对生殖腺的测定结果与后者相符。本文仅测定了繁殖期的样品,关于在非繁殖期各部位脂肪酸的组成与变化,尚需进一步研究。

医学上已经证明,高度不饱和脂肪酸 (HUFA),特别是二十碳五烯酸 (EPA) 和二十二碳六烯酸 (DHA),具有防治心血管病,促进脑的发育,抗炎、抗癌,增强机体免疫力之功效。虾夷扇贝闭壳肌中富含 EPA 和 DHA,两者可达脂肪酸总量的 45% 左右,高于其它贝类^[17]。此外,试验结果还表明除闭壳肌之外,虾夷扇贝的其它部位也含有较丰富的 EPA 和 DHA,所以扇贝边料不应随意废弃,完全可以再加工利用。

实验中得到本校 1997 级硕士研究生许娟的帮助,谨此谢忱。

参考文献:

- [1] Yang A G, Wang Q Y, Zhang Y, et al. Comparison of the growth characters between the triploid and diploid *Chlamys (Azumapekten) farreii* [J]. Mar Sci, 2000, 24(8): 21 - 23. [杨爱国,王清印,张岩,等.栉孔扇贝三倍体与二倍体的生长比较[J].海洋科学,2000,24(8):21 - 23.]
- [2] Tabarini C L. Induced triploidy in the bay scallop, *Argopecten irradians*, and its effect on growth and gametogenesis [J]. Aquac, 1984, 42: 151 - 160.
- [3] Shpigel M, Barber B J, Mann R. Effects of elevated temperature on growth, gametogenesis, physiology, and biochemical composition on diploid and triploid Pacific oysters, *Crassostrea gigas* Thunberg [J]. J Exp Mar Biol Ecol, 1992, 161: 15 - 25.
- [4] Zeng Z N, Lin Q, Wu J S, et al. Method for distinguishing oyster as diploid or triploid by outward appearance [J]. Mar Sci, 1999, 23(1): 51 - 53. [曾志南,林琪,吴建绍,等.二倍体和三倍体牡蛎的外观鉴别[J].海洋科学,1999,23(1):51 - 53.]
- [5] Yamamoto S. Improvement of inducing triploidy in the Pacific oyster and its application in aquaculture [J]. Aquac, 1989, 26(6): 134 - 137. [山本敏.マガキ三倍体作出法の改良と养殖への応用[J].养殖,1989,26(6):134 - 137.]
- [6] Laing I, Utting S D. The physiology and biochemistry of diploid Manila clam (*Tapes philippinarum* Adams & Reeve) larvae and juveniles [J]. J Exp Mar Biol Ecol, 1994, 184: 159 - 169.
- [7] Utting S D, Millican P F, Laing I. The breeding potential and biochemical composition of triploid Manila clams, *Tapes philippinarum* Adams & Reeve [J]. Aquacult Res, 1996, 27(8): 573 - 580.
- [8] Christie W W. Lipid Analysis (2nd) [M]. Oxford: Pergamon Press, 1982. 22.
- [9] Metcalfe L D, Schmitz A A, Peaka J R, et al. Rapid preparation of fatty acids esters from lipids for gas chromatographic analysis [J]. Analyt Chem, 1966, 38: 514 - 515.
- [10] Ackman R G. Analysis of oils and fats [M]. London: Elsevier Appl Sci Pub, 1986. 137 - 206.
- [11] Ackman R G. Simplification of analyses of fatty acids in fish lipids and related lipid samples [J]. Acta Med Scand, 1987, 222: 99 - 103.
- [12] Christie W W. Equivalent chain-lengths of methyl ester derivatives of fatty acids on gas chromatography: A reappraisal [J]. J Chromat, 1988, 447: 305 - 314.
- [13] Wen X B, Chen L Q. Study on the lipid nutrition of shrimp and crab [J]. J Shanghai Fish Univ, 1998, 7(suppl): 32 - 38. [温小波,陈立侨.虾蟹类脂类营养的研究[J].上海水产大学学报,1998,7(增刊):32 - 38.]
- [14] Wang Y Y, Liu J Y, Sun W T. The requirements of fatty acids, cholesterol and phospholipids for fishes and prawns [J]. J Fish China, 1991, 15(2): 177 - 184. [王渊源,刘佳英,孙微淘.鱼虾需要的脂肪酸、胆固醇和磷脂[J].水产学报,1991,15(2):177 - 184.]
- [15] Saito M, Kuwada T, Arai M, et al. Changes of the proximate composition and some minor constituents of the muscular tissue from cultured diploid and triploid amago during growth [J]. Fish Sci, 1997, 63(4): 639 - 643.
- [16] Lee E H, Chung B G, Kim J S, et al. Studies on the food components of triploid carp muscle. 2. Lipid components of triploid carp muscle [J]. Bull Korean Fish Soc, 1989, 22(2): 161 - 168.
- [17] Li T W, Su X R, Li K. A study on the content of fatty acids in eight kinds of common shellfish [J]. Chinese Journal of Marine Drugs, 1996, (2): 24 - 26. [李太武,苏秀榕,李坤.八种常见贝类脂肪酸含量的研究[J].中国海洋药物,1996,(2):24 - 26.]