دراسة الخصائص الوظيفية لبروتينات عضلات أسماك الكارب *Tenualosa ilisha* والصبور *Cyprinus carpio*

أم البشر حميد جابر الموسوي و شمائل عبد العالي صيوان آل عبد النبي
كلية الزراعة، جامعة البصرة، البصرة-العراق

المستخلص - درس التركيب الكيميائي لأسماك الكارب الاعتيادي *Cyprinus carpio* والصبور *Tenualosa ilisha*، واستخلصت بروتيناتها العضلية الرئيسية (المايوفايبريل والسااركوبلازما) ثم درست الخصائص الوظيفية (الذوبان، امتصاص الماء، ربط الدهن، الاستحلاب، الرغوة، التهليم واللزوجة) لهذه البروتينات بعد تجفيفها وبدرجة حرارة المختبر. كانت نتائج المحتوى الكيميائي لعضلات أسماك الكارب والصبور كالتالي 78.45% و 71.39% رطوبة، 18.68% و 18.54% بروتين و 1.36% و 7.99% دهن و 1.55% و 1.78% رماد على التوالي. أما فيما يخص الخصائص الوظيفية فقد تبين أن قابلية بروتينات المايوفايبريل على الذوبان وربط الدهن والاستحلاب كانت أعلى من بروتينات الساركوبلازما لكل من الكارب والصبور، بينما كانت قابلية بروتينات الساركوبلازما على امتصاص الماء وتكوين الرغوة وثباتيتها وتكوين الهلام واللزوجة أعلى من بروتينات المايوفايبريل لكلا نوعي السمك.

المقدمة

تعد الأسماك مادةً غذائيةً مهمةً و هي إحدى المصادر الرئيسية للبروتين الحيواني الذي يعد ذا قيمة غذائية عالية لاحتوائه على الأحماض الأمينية الأساسية في تغذية الإنسان. كما تحتوي لحوم الأسماك على نسبة عالية من الدهون، وهي مصدر غني بالفيتامينات مثل فيتاميني (A) و (B) والعديد من المعادن المهمة كالكالسيوم والفسفور واليود، وتعد الأسماك مصدراً للمنتجات الطبية والغذائية (المنظمة العربية للتنمية الزراعية، 1996). لا تعد الأسماك كمصدر رئيسي للبروتين الحيواني في البلدان المتطورة فحسب، بل يمكن أن تتنافس في الأسواق العالمية مع اللحوم الحمراء والدواجن ومنتجات الألبان، باعتبارها مادةً غذائيةً مرغوباً فيها (Sikorski, 1997). كما تعد أحد أهم المصادر القليلة التكلفة لتوفير البروتين الحيواني الجيد للمواطن العربي، إذ دلت الأبحاث والدراسات أن البروتين السمكي يشكل نسبة عالية من البروتين الكلي المستهلك في الغذاء، وأن نسبة البروتين في لحوم الأسماك تتراوح ما بين 20-90% من الوزن الجاف و 18.5% من الوزن الرطب، وهي تفوق نسبة البروتين في لحم البقر 16.8% والبيض 13.6% والحليب 3.8% (المنظمة العربية للتنمية الزراعية، 1996). نظراً للأهمية البالغة للبروتينات الحيوانية في الصناعات الغذائية، فقد هدفت هذه الدراسة إلى التركيز على فصل بروتينات نوعين من الأسماك المحلية والمتداولة وهما الكارب والصبور ودراسة خصائصها الوظيفية.

المواد وطرائق العمل

تحضير الأسماك:

تم الحصول على أسماك الكارب الاعتيادي *Cyprinus carpio* من محطة تربية الأسماك التابعة لمركز علوم البحار-جامعة البصرة، أما أسماك الصبور *Tenualosa*

ilisha فقد تم الحصول عليها من السوق المحلية وبحالتها الطازجة، وتم تحضيرها للدراسة حسب الطريقة الواردة في دراسة (آل عبد النبي والموسوي، 2011).

استخلاص البروتينات العضلية:

استخلصت بروتينات الليفيات (المايوفايبريل) وبروتينات الساركوبلازما لكل نوع سمك حسب الطريقة المتبعة من قبل (LeBlanc & LeBlanc, 1989).

التحليلات الكيميائية:

قدرت نسبة النتروجين الكلي في لحم السمك، ومنه حسبت نسبة البروتين الكلي وذلك بضرب قيمة النتروجين في 6.25 (Pearson, 1970). وقدرت النسب المئوية لكل من الدهن والرماد والرطوبة في عضلات نوعي السمك المدروسين حسب الطرق المذكورة في (A.O.A.C., 1975).

الخصائص الوظيفية:

قيست الخصائص الوظيفية للبروتينات المفصولة وكما يلي:

- 1 - الذوبان حسب طريقة (Betschart, 1974).
- 2 - امتصاص الماء وربط الدهن حسب طريقة (Beuchhat, 1977).
- 3 - الاستحلاب وتكوين الرغوة حسب طريقة (Jasim, 1983).
- 4 - التهليم حسب طريقة (Miller & Groninger, 1976).
- 5 - اللزوجة حسب طريقة (Sathe & Salunkhe, 1981) و (Weast & Melvin, 1982).

قورنت هذه الخصائص مع الخصائص الوظيفية لبروتين البومين البقر التجاري المستورد من شركة Fluka الألمانية.

التصميم والتحليل الإحصائي:

حللت نتائج التركيب الكيميائي للحوم الأسماك المدروسة باستخدام اختبار t (t-Test) لعينتين مستقلتين وباستخدام برنامج Excel 1997 (المستريحي، 1999).

النتائج والمناقشة

التركيب الكيميائي:

تشير النتائج في الجدول (1) الى المحتوى الكيميائي للحوم أسماك الكارب والصبور، وقد بينت نتائج التحليل الإحصائي وجود اختلافات معنوية بين نسبتي الرطوبة والدهن عند مستوى 1% في كلا نوعي السمك، كما لوحظ وجود فروق معنوية عند مستوى 5% بين نسبتي البروتين والرماد ولكلا نوعي السمك. احتوى لحم سمك الكارب والصبور على 78.45%، 71.39% رطوبة و 18.68%، 18.54% بروتين و 1.36%، 7.99% دهن و 1.55%، 1.78% رماد على التوالي. وإن الاختلافات في نسب هذه المواد تعود إلى عدة عوامل منها عمر السمك، جنسه، تغذيته وموسم الصيد وغيرها (الأسود، 2000).

يلاحظ من الجدول (2) وجود تفاوت بسيط في نسب ذوبان بروتينات الأسماك المدروسة، وإن أعلى نسبة ذوبان كانت عند الرقم الهيدروجيني 9 لبروتينات المايوفايبريل لأسماك الكارب والصبور، في حين بلغت أقل نسبة ذوبان لبروتينات الساركوبلازما لهذه الأسماك عند الرقم الهيدروجيني 4، قد يعود سبب ذلك إلى أن الرقم الهيدروجيني 4 قريب

لنقطة التعادل الكهربائي للبروتين والتي عندها تقل ذوبانيته، بينما تزداد ذوبانية البروتين كلما ابتعد عن نقطة تعادله الكهربائي (جاسم، 1996).

جدول (1): التركيب الكيميائي للحوم أسماك الكارب والصبور الطازجة.

نوع السمك	الرطوبة %	البروتين %	الدهن %	الرماد %
كارب	78.45	18.68	1.36	1.55
صبور	71.39	18.54	7.99	1.78

لوحظ أن النسبة المئوية لذوبان بروتين ألبومين البقر التجاري أعلى مما هي عليه في بروتينات الأسماك.

جدول (2): النسبة المئوية لذوبان بروتينات المايوفايبريل والساركوبلازما.

الذوبان %			البروتين	نوع السمك
pH 9	pH* الاعتیادي	pH 4		
85.6	77.5	75.3	المايوفايبريل	الكارب
82.5	79.5	65.9	الساركوبلازما	
83.8	76.4	74	المايوفايبريل	الصبور
81.6	78.8	64.3	الساركوبلازما	
-	89.28	-	البومين البقر	البروتين التجاري

pH* مايوفايبريل سمك الكارب 7.4

pH مايوفايبريل سمك الصبور 7.4

pH ساركوبلازما سمك الكارب 6.2

pH ساركوبلازما سمك الصبور 6.0

pH البومين البقر 6.7

أظهرت النتائج في الجدول (3) وجود تقارب في كمية الماء الممتصة من قبل بروتينات الأسماك، وأن أعلى امتصاص للماء كان عند الرقم الهيدروجيني 4 لبروتينات المايوفايبريل والساركوبلازما لأسماك الكارب والصبور، في حين لوحظت أقل كمية ماء ممتصة عند الرقم الهيدروجيني 9. إن سبب هذه الاختلافات في قابلية البروتينات على امتصاص الماء يعود إلى قابلية ذوبانها، إذ كلما زادت إذابة البروتين قلت قابليته على امتصاص الماء (Jasim, 1983).

أُتضح أيضاً أن امتصاص الماء من قبل البروتينات المدروسة أعلى من امتصاص الماء لبروتين ألبومين البقر التجاري والذي بلغت كميته 0.15 مل/غم عينة.

جدول (3): كمية الماء الممتصة لبروتينات المايوفايبريل والسااركوبلازما.

كمية الماء الممتصة (مل ماء / غم عينة)			البروتين	نوع السمك
pH 9	pH [*] الاعتیادي	pH 4		
0.5	0.9	1.2	المايوفايبريل	الكارب
0.8	1.0	1.8	السااركوبلازما	
0.4	0.9	1.1	المايوفايبريل	الصبور
0.8	1.0	1.7	السااركوبلازما	
	0.15		البومين البقر	البروتين التجاري

من الجدول (4) أتضح وجود اختلافات قليلة بين بروتينات الأسماك في قابليتها على ربط الدهن، وإن اختلاف نوع السمك لم يؤثر على هذه القابلية بصورة كبيرة، وقد امتصت بروتينات المايوفايبريل كمية أكبر من الدهن مقارنة مع بروتينات السااركوبلازما لكل من أسماك الكارب والصبور. إن سبب هذه الاختلافات في قابلية البروتينات على امتصاص الدهن يعزى إلى طبيعة الجزيئات البروتينية ونسبة الأحماض الأمينية الكارهة للماء (جاسم، 1996). كما بلغت كمية الدهن الممتصة من قبل البروتين التجاري 1.6 مل زيت/غم عينة وهي أكبر مما في بروتينات الأسماك.

جدول (4): كمية الدهن الممتصة لبروتينات المايوفايبريل والسااركوبلازما.

كمية الدهن الممتصة		البروتين	نوع السمك
غم زيت/غم عينة	مل زيت/غم عينة		
1.2	1.1	المايوفايبريل	الكارب
1.0	0.9	السااركوبلازما	
1.3	1.2	المايوفايبريل	الصبور
1.1	1.0	السااركوبلازما	
1.6	1.5	البومين البقر	البروتين التجاري

أشارت النتائج في الجدول (5) إلى ثباتية مستحلبات بروتينات الأسماك المدروسة، ويلاحظ إنخفاض حجم طبقة المستحلب مع مرور الوقت، تقابله زيادة في حجم طبقة الماء. كما أن سعة وثباتية مستحلبات بروتينات المايوفايبريل كانت أكبر من سعة وثباتية مستحلبات بروتينات السااركوبلازما ويلاحظ وجود اختلاف بسيط في سعة وثباتية الاستحلاب بين بروتينات المايوفايبريل لأسماك الكارب والصبور وكذلك الحال في بروتينات السااركوبلازما.

إن سبب هذه الاختلافات يعود إلى أن ثباتية الاستحلاب تزداد بزيادة ذوبان البروتينات إذ تؤدي إلى تكوين غشاء قوي Film بين سطحي الماء والزيت، فضلا عن التوازن بين البروتينات المحبة للماء Hydrophilic والبروتينات الكارهة للماء Hydrophobic (Huang & Kinsella, 1987).

لوحظ أن سعة وثباتية استحلاب بروتينات المايوفايبريل لأسماك الكارب والصبور أعلى قليلاً مما في البروتين التجاري، بينما سعة وثباتية استحلاب بروتينات الساركوبلازما مقارنة لسعة وثباتية مستحلبات البروتين التجاري.

جدول 5: ثباتية المستحلب (1 غم عينة + 50 مل ماء مقطر + 10 مل زيت زهرة الشمس) لبروتينات الأسماك.

ألبومين البقر		ساركوبلازما الصبور		مايوفايبريل الصبور		ساركوبلازما الكارب		مايوفايبريل الكارب		الوقت (ساعة)
طبقة الماء (مل)	طبقة المستحلب (مل)	طبقة الماء (مل)	طبقة المستحلب (مل)	طبقة الماء (مل)	طبقة المستحلب (مل)	طبقة الماء (مل)	طبقة المستحلب (مل)	طبقة الماء (مل)	طبقة المستحلب (مل)	
0	57	0	60	0	59	0	59	0	60	0
11	46	38	22	25	34	38	21	24	36	*
45	12	48	12	43	16	44	15	42	18	1
45	12	48	12	43	16	44	15	42	18	2
45	12	48	12	43	16	44	15	42	18	3
45	12	48	12	43	16	44	15	42	18	4
45	12	48	12	43	16	44	15	42	18	24
30 ثنائية		55 ثنائية		115 ثنائية		46 ثنائية		110 ثنائية		* زمن الانكسار

أظهر الجدول (6) أن بروتينات الساركوبلازما أعطت حجماً وثباتاً في الرغوة أكبر مما في بروتينات المايوفايبريل وعند جميع قيم الرقم الهيدروجيني، وقد لوحظ أنه عند خفض قيمة الرقم الهيدروجيني إلى أقل من قيمته الاعتيادية للبروتين يزداد حجم الرغوة والعكس صحيح. كما أتضح أن حجم الرغوة وثباتها لبروتينات الأسماك كان مقارباً لما في البروتين التجاري. أوضحت نتائج دراسة خاصة التهليم لبروتينات الأسماك بتراكيز مختلفة (1- 15) % أن بروتينات المايوفايبريل لم تكون هلاماً حتى التركيز 15 %، بينما بروتينات الساركوبلازما كونت هلاماً بدءاً من التركيز 13 % و 12 % لكل من الكارب والصبور على التوالي. وان عدم قابلية بروتينات المايوفايبريل على تكوين الهلام يعزى الى وجود بعض العوامل المحطمة للروابط الثنائية الكبريت مثل الميركابتوثيائول، وعوامل سببت ضعف الترابط الهيدروجيني والترابط الكاره للماء مثل اليوريا (O'riordan et al., 1989). أما البروتين التجاري فقد كون هلاماً بدءاً من التركيز 4 % وهو بهذا أفضل قابلية من بروتينات الأسماك.

كما أجري قياس لزوجة بروتينات الأسماك عند تركيز 1 % وبدرجة حرارة المختبر (30°م) وقد بلغت لزوجة بروتينات المايوفايبريل 0.9161 و 0.9452 سنتي بوز ولزوجة بروتينات الساركوبلازما 0.9865 و 1.0016 سنتي بوز على التوالي لكل من الكارب والصبور، ومن هنا يلاحظ وجود اختلافات قليلة بين لزوجة بروتينات سمك الكارب ولزوجة بروتينات سمك الصبور، وهذا يتفق مع ما وجدته Borderias et al. (1985) عند تقديرهم لهذه الخاصية لبروتينات عضلات ثلاثة أنواع من الأسماك. بلغت لزوجة ألبومين البقر التجاري 0.9420 سنتي بوز وهي أقل مما في بروتينات الساركوبلازما لكل من الكارب والصبور، في حين كانت لزوجة بروتينات مايوفايبريل سمك الصبور مقارنة للزوجة ألبومين البقر.

جدول 6: خواص الرغوة لبروتينات المايوفايبريل والساركوبلازما.

حجم الرغوة (مل)			الوقت (دقيقة)	نوع البروتين	نوع السمك
pH 9	pH* الاعتيادي	pH 4			
115	170	195	0	المايوفايبريل	الكارب
75	130	150	10		
60	100	120	20		
50	90	110	30		
48	89	100	60		
170	264	300	0	الساركوبلازما	
150	225	260	10		
130	215	250	20		
75	190	200	30		
25	130	150	60		
105	160	175	0	المايوفايبريل	الصبور
75	125	138	10		
50	98	100	20		
40	90	100	30		
35	85	95	60		
150	252	300	0	الساركوبلازما	
90	225	250	10		
85	200	240	20		
60	190	200	30		
15	150	175	60		
	250		0	البومين البقر	البروتين التجاري
	200		10		
	192		20		
	175		30		
	170		60		

الأستنتاجات والتوصيات

نستنتج مما سبق إن الخصائص الوظيفية لبروتينات الأسماك المفصولة كانت أفضل من الخصائص الوظيفية للبروتين التجاري من حيث امتصاص الماء والدهن وسعة وثباتية المستحلبات كما اتصفت بحجم رغوة ولزوجة مقاربين للبروتين التجاري بينما تفوق البروتين التجاري على البروتينات قيد الدراسة في حالة تكوين الهلام. والمعروف بشكل

عام انه كلما زادت قابلية البروتين على ربط الماء فهذا يعني انه يمتلك خصائص وظيفية جيدة. يوصى بإستخلاص بروتينات من مصادر حيوانية ونباتية مختلفة ومعرفة أفضلها من حيث الخصائص الوظيفية، كما يوصى باستخدام طرق ومحاليل إستخلاص متنوعة لمعرفة المناسبة منها للحصول على مستخلصات بروتينية أكثر.

المصادر

الأسود، ماجد بشير، 2000. علم وتكنولوجيا اللحوم. الطبعة الثانية، دار الكتب للطباعة والنشر، جامعة الموصل، 466 ص.

آل عبد النبي، شمائل عبد العالي صيوان والموسوي، ام البشر حميد جابر، 2011. فصل وتشخيص بروتينات اسماك الكارب *Cyprinus carpio* والصبور *Tenulosa ilisha* باستخدام كروماتوغرافيا الترشيح الهلامي. وقائع المؤتمر العالمي للتنمية وتداخلاتها مع التنوع الإحيائي بجنوب العراق، 12-14 كانون أول 2011. المستريحي، حسام حمد، 1999. كيف تستخدم الكمبيوتر والانترنت؟ ثقافة، ويندوز، وورد، أكسل، انترنت. دار أسامة للنشر والتوزيع، عمان، الأردن، ص: 153-201.

المنظمة العربية للتنمية الزراعية، 1996. دراسة الجدوى الفنية والاقتصادية لإنتاج الأعلاف السمكية من مصادر غير تقليدية، ص: 8-9. جاسم، منير عبود، 1996. دراسة التركيب الكيميائي والخواص الفيزيائية لمنتجات سمك (الشيغ) المجففة. مجلة زراعة الرفادين، 28(2): 77-82.

A.O.A.C. 1975. Official Methods of Analysis Association of Official Analytical Chemists 13th Ed. Washington, D.C.

Betschart, A.A. 1974. Nitrogen solubility of alfalfa protein concentrates influenced by various factors. J. Food Sic., (39): 1110-1115.

Beuchat, L.R. 1977. Functional and electrophoretic characteristics of succinylated peanut flour proteins. J. Agric. Food Chem., 25: 258-261.

Borderias, A.J., Jimenez-Colmenero, F. and Tejada, M. 1985. Viscosity and emulsifying ability of fish and chicken muscle protein. J. Food Techno., 20: 31-42.

Huang, Y.T. and Kinsella, J.E. 1987. Effects of phosphorylation on emulsifying and foaming properties and digestibility of yeast protein. J. Food Sci., 52: 1684-1688.

Jasim, M.A. 1983. Functional plastein from fish waste. Ph.D. Thesis. Loughborough University of Technology, England.

LeBlanc, E.L. and LeBlanc, R.J. 1989. Separation of Cod (*Gadus morhua*) fillet proteins by electrophoresis and HPLC after various frozen storage treatments. Journal Food Sciences, 54(4): 827-834.

- Miller, R. and Groninger, H.S. 1976. Functional properties of enzyme modified acylated fish protein derivatives. J. Food Sic., 41(1): 268-272.
- O'riordan, D., Mulvihill, D.M., Morrissey, P.A. and Kinsella, J.E. 1989. Study of the molecular forces involved in the gelation of plasma proteins at alkaline pH. J. Food Sci., 54(5): 1202-1205.
- Pearson, D. 1970. The chemical analysis of food 6th Ed., Chemical Publishing Company, Inc., New York.
- Sathe, S.K. and Salunkhe, D.K. 1981. Functional properties of the Great Northern Bean (*Phaseolus vulgaris*, L.) proteins: emulsion, foaming, viscosity and gelation properties. J. Food Sci., 46(1): 7-81.
- Sikorski, Z.E. 1997. Developments in fish processing and quality assurance. Pol. J. Food Nutr. Sci., 6/47(1): 5-16. (A Reviw).
- Weast, R.C. 1982. CRC. Handbook of chemistry and physics. 62thed. Cleveland, ohio, chemical Rubber comp. press, USA.

Studying the Functional Properties of Proteins Separated from Carp (*Cyprinus carpio*) and Hilsa shad (*Tenualosa ilisha*) Muscles

A.E.H.J. Al-Mousawi and Sh.A.S. Al-Abdul-Nebi

College of Agriculture, University of Basrah, Basrah-Iraq

Abstract - In this study two common fish species; Common carp (*Cyprinus carpio*), and Hilsa shad (*Tenualosa ilisha*) were used, their chemical composition was studied. The muscular proteins of these fishes (Myofibrillar and Sarcoplsmic proteins) were extracted, then functional properties (solubility, water absorption, fat binding, emulsification, foaming, gelation and viscosity) were studied for these proteins, after freeze dried, at laboratory temperature. The results of the chemical content of Common carp and Hilsa shad muscles as follows 78.45%, 71.39% moisture, 18.68%, 18.54% protein, 1.36%, 7.99% fat and 1.55%, 1.78% ash respectively. The results of functional properties showed that the solubility of myofibrillar proteins, fat binding and emulsification were higher than sarcoplasmic proteins for both Common carp and Hilsa shad, whereas the ability of sarcoplasmic proteins to absorb water, formation and stability of foam, gel formation and viscosity, was higher than myofibrillar proteins for both species of fish.