**تركيب لحم الاسماك Fish Meat Compositions :-**

 يتغاير الجزء القابل للاكل للسمكة تبعاً للشكل والعمود الفقري وموعد الصيد سواء كان قبل او بعد السرى spawing ولكن بصورة تقريبية يكون 45-50% من وزن السمكة الكلي للاسماك ذات الطوربيري Elliptically مثل السلمون فانه اكثر من 60% والاسماك ذات الراس الكبير او البطن الكبيرة مثل الكود والبلوق او الاسماك المسطحة مثل الصول فانه 35-40% كما مبين في الجدول :-

|  |  |
| --- | --- |
| **Average amounts %** | **Fish species** |
| **Crade protein** | **Crade fat** | **Moisture** | **Edible protein** |
| 17.5 | 6 | 79.4 | 60 | Anchovy (engranulis japonica) |
| 21.3 | 9.6 | 71.9 | 65 | Round hering (etrumeus micropus |
| 19.8 | 16.5 | 62.5 | 55 | Frigate mackerel ( auxis the zard) |
| 18 | 6.0 | 75.4 | 40 | Carp cyprinus carpio Blade sea bream |
| 21.2 | 1.7 | 75.7 | 40 | Myllo marcocephalus  |
| 19.5 | 1.2 | 77.7 | 40 | Sole family sloe idea king carp |
| 15.9 | 1.3 | 80.0 | 30 | Paraithodes camtschaticus  |

 يبلغ تركيب لحم الاسماك 15-24% بروتين، 0.1-22% ليبدات،1-3 % كاربوهيدرات، 0.8-2% مواد لاعضوية، بالاضافة الى 66-84% ماء بالمقارنة مع لحوم الماشية 16-22% بروتين، 1.5-13% ليبدات،0.5-13% كاربوهيدرات، 1% او اقل مواد لاعضوية و 65-80 % ماء وتحتوي لحوم الدواجن على كميات اقل من الليبدات.

 ان كمية الليبدات الخام في لحوم الاسماك يتغاير تبعا للنوع والعمر وجزء الجسم والحالة الفيسولوجية كونها في مرحلة السرىءpreorpost spaw ولوحظ وجود علاقة عكسية بين الليبد الخام والماء في نفس نوع السمكة خلال الموسم وكلما كان محتوى الليبد اوطاء فان محتوى الماء يزداد. وقطعا ففي نفس الموسم تمتلك الاسماك الاكبر محتوى دهن اعلى للنوع الواحد.

 بمقارنة زيوت الاسماك مع دهون الماشية او الخنزير فانه ذو قيمة يود عالية ونقطة تصلب واطئة وان سبب قيم اليود العالية لاحتوائها على نسب عالية من الاحماض الدهنية المتعددة غير المشبعةPUFA .

 يتاكسد زيت الاسماك بسهولة ويتغير اللون الى بني او احمر غامق مع رائحة نفاذة تدعى هذه الظاهرة بالتزنخ والتي تكون مشكلة خلال تصنيع الاسماك المملحة او المنتجات السمكية الجافة. اذ انها لا تقلل من الكمية فحسب بل ان البايروكسيد في الليبدات مادة سامة ويوجد تشابه كبير بين تركيب الاحماض الامينية لبروتينات عضلات الاسماك وتلك للحوم الحيوانات الزراعية ولوحظ انه في انواع متعددة من الاسماك غير المستغلة تماماً والتي تعيش في اعماق البحار يكون محتوى الدهون الخام غالباً واطئاً والماء عالياً.

 يتغاير محتوى الفيتامينات في لحوم الاسماك بدرجة كبيرة تبعاً لاختلاف الانواع اذ يكون عالياً في اسماك الانقليس والجلكي.

 على الرغم من احتواء لحوم الاسماك على مغذيات متعددة لكن الانواع التي تحوي سموم طبيعية من natural toxin مثلا انواع من الاسماك تعيش في الجرف القاري في المناطق الاستوائية وشبه الاستوائية تحوي على سموم السايكزا Cigua toxin وتحتوي اسماك الفكهةpaffer fish على سموم puffer (tetrod toxin) التي تم دراستها بعمق في اليابان.

 اجرى الباحثlove دراسات مفصلة عن المقارنة بين مكونات اللحوم الداكنة dark meat واللحوم البيضاءwhite meat ويظهر ان اللحم الداكن ذو محتوى دهني اعلى من اللحم الابيض وان ثلاثي مثيل امين اوكسيدTMAO عبارة عن مركب نموذجي في لحوم الاسماك البحرية، ويتحولTMAO بعد الموت الىTMA والذي يقال بانه مسؤول عن الرائحة السمكية وتوجد كميات اعلى منTMAO في اللحوم الداكنة للسردين والماكريل مما هو عليه الحال في اللحوم البيضاء، لكن توجد TMAOبمستويات متماثلة في كلا اللحوم الداكنة والفاتحة في انواع من الاسماك مثلhorse mackerel والسمريsamry ويحتوي اللحم الداكن على كميات اكثر من TMA عن ما في اللحوم البيضاء.

**الماء Water:**

 يوجد الماء في انسجة الاسماك على هيئتين حرة free ومرتبطةbound ويقصد بالماء المرتبط ذلك الذي يحتفظ به من قبل الجزيئات المحبة للماء وهي البروتينات سواء كانت بحالةsol اوgel وتعتمد قابلية البروتين على اكتساب الماء (الهيدرة hydroaction) على الخواص القطبية للماء ذاته واحتواء البروتينات على المجاميع الفعالةNH3,COO-,OH- وان غرام واحد من البروتين يتمكن من الاحتفاظ بنصف غرام نتيجة عملية الهيدرة.

 يوجد الماء الحر في الانسجة على صورتين صورة مستقرة immobile وصورة حرة تركيبياً structurally free وتوجد الصورة الاولى في المسافات الدقيقة او الشعيرات الدقيقة بين الجزيئات الليفية والتراكيب الليفية وجدران الخلايا ويحتفظ بهذا الماء في الانسجة بفعل الضغط الازموزي والامتصاص من قبل التراكيب (البروتينات) اما الصورة الثانية وهي الحرة تركيبياً فتوجد في الفراغات البيخليوية (بين الخلايا) ويحتفظ بهذا الماء بتاثير القوى الشعرية، ويعمل الماء الحر التركيبي في بلازما الدم واللمف كمذيب لخلاصة المركبات النتروجينية والاملاح والمعادن الموجودة في لحم الاسماك وتترواح كميته في لحوم الاسماك بين 4.6-1.04 % كما موضح في الجدول ادناه:

|  |  |
| --- | --- |
| المحتوى % | نوع السمك |
| كود | كراكي |
| ماء كلي في المنتوج الخام  | 81.2 | 80.4 |
| ماء حر في المنتوج الخام  | 75.5 | 75 |
| ماء مرتبط في المنتوج الخام  | 5.7 | 5.4 |
| ماء مرتبط في المنتوج الجاف  | 30.4 | 28.6 |

 تتغير النسبة بين شكلي الماء عند تعريض لحم السمك لعمليات التجميد والتجفيف والمعاملات الحرارية وتغير الاس الهيدروجيني والضغط الازموزي ونتيجة لذلك يتغير تماسك اللحم فعند تجميد الاسماك مثلا لا تقل كمية الماء بل تتزعزع علاقة الماء – البروتين فتصبح الاسماك المزال عنها الصفيح اقل تماسكاً وتبدو كانها تحتوي اكثر ماءاً.

**البروتينات:**

**مكونات بروتينات الاسماك protein composition fish meat :-**

 تتكون بروتينات العضلات من بروتينات الساركوبلازم التي توجد (تقع) في بلازما العضلات وبروتينات الليويفات التي تتكون من المايوفبيرل والانسجة الرابطة وتحتوي على الستروماstroma .

 يوجد تماثل في تركيب الاسماك والحيوانات الزراعية من حيث لحومها مع اعتبار ان الاخيرة تحوي لحومها على كميات اكثر من الستروما.

 تشمل بروتينات الساركوبلازم على انواع متعددة من البروتينات الذائبة بالماء التي تدعى بالمايوجين myogen ويمكن استحصالها بسهولة لدى كبس لحوم الاسماك او بالاستخلاص بمحاليل ملحية مجففة وان محتوى بروتينات الساركوبلازم في لحوم الاسماك يتغاير تبعاً لنوع الاسماك ولكنها عموماً اعلى في الاسماك الطافيةpelagic fish مثل الساردين والماكريل واقل في الاسماك الغاطسة الفاتحة مثل اللبكيس ويظهر جدول 1-5 كميات بروتينات الساركوبلازم والمايوفيبرل في اسماك مختلفة.

Table: comparison of protein compotition of fish & animal meat

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| stroma | myofibrillar | sarcoplasmic | نوع الاسماك |
| % of total protein |
| 3 | 76 | 21 | Cod carp |
| 5 | 70-72 | 23-25 | Falt fish |
| 3 | 73-79 | 18-29 | Rabbit |
| 16-28 | 39-68 | 16-28 | Beaf |

Table: Amounts of myofibrillar protein & sarcoplasmic protein in fish meat :-

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Sarcoplasmic p | Myofibrillar p . | المكررات | Fish species |
| 13.4 | 14.3 | 1 | Yellow tail |
| 13.8 | 17.0 | 2 |
| 11.9 | 17.1 | 1 | Red barracuda mackerel |
| 10.2 | 13.7 | 2 |
| 19.1 | 15.9 | 3 |
| 9.0 | 12.5 | 1 | Horse mackerel |
| 8.0 | 13.0 | 2 |
| 6.1 | 6.8 | 1 | Anchovy |
| 7.0 | 12.0 | 1 | Flat fish |
| 8.9 | 17.3 | 1 | Lizard fish |
| 7.8 | 18.3 | 1 | Crub fish |
| 6.7 | 13.3 | 1 | Sea bass |
| 7.2 | 15.5 | 2 |
| 9.1 | 18.0 | 3 |

 عند استخلاص البروتين بالماء من لحوم الاسماك الطافية وتسخينها لمدة 10 دقائق في درجة حرارة 90 م فان معظمه يتجلطcoagulated وفي حالة الاسماك الغاطسة فان 65-75 % يتجلط، ان بروتينات الساركوبلازم المتجلطة تلتصق مع بروتينات المايوفيبرل لدى تسخين لحوم الاسماك وهذه الظاهرة تعرقل تكوين الهلام في صناعة كيك لحوم الاسماك وتعد احد الاسباب التي تفسر صعوبة تصنيع هلام مطاطي قويElastic gel من اسماك السردين او الماكريل.

 ان غسل لحوم الاسماك بالماء لدى انتاج كيك الاسماك او مثروم السمك المجمد surimi ضروري لازالة الدم والرائحة السمكية والتخلص من بروتينات الساركوبلازم التي تعرقل قابلية تكوين الهلام.

 ان بروتينات الساركوبلازم رغم انها ليست منخفضة تغذوياً مقارنة ببروتينات المايوفيبرل لكنها تترسب خلال الغسل بالماء خلال انتاج السورامي الياباني. وتجرى التجارب لمنع هذه البروتينات من الذوبان بالماء اثناء الغسل (البزل) وفقدها كفضلات بل استغلالها كعلف للحيوان.

 اما بروتينات المايوفيبرل فهي البروتينات التي تتكون من المايوسين والاكتين والبروتينات المنظمة regulating protein مثلtroponin, tropomysin, actinin ان المايوفبرل تشمل 66-77 % من البرويتنات الكلية للحوم الاسماك وتلعب دوراً مهماً في التجلط وتكوين الهلام في لحوم الاسماك لدى تصنيعها، وان لحوم الاسماك تحتوي على نسب اكبر من بروتينات المايوفبيرل عن ما هو في العضلات الهيكلية للبائن.

 لدى استخلاص بروتينات المايوفيبرل من عضلات اللبائن بالمحاليل الملحية فان المستخلص المستحصل عليه من جراء عملية استخلاص قصيرة هو المايوسين غالباً وذو لزوجة اوط، من ذلك المستحصل بعد فترات اطول هو معقد الاكتومايوسين actomyosin الذي يتكون من ارتباطF-actin مع myosin في مدى اس هيدروجيني بحدود 4.5-5.

 ان الستروماstroma هو البروتين الذي يؤلف الانسجة الرابطة ولا يمكن استخلاصه بالماء او المحاليل القاعدية او الحامضية او الملحية المتعادلة ذات تراكيز (0.01-0.1) مولاري.

 ان مكونات الستروما هو بروتين الكولاجين collagenوالايلاستنElastin ، عند تسخين الانسجة الرابطة ذات المحتوى العالي من الكولاجين في بيئة رطبة لمدة طويلة فان الكولاجين يتحول الى الجلايتن Gealatin القابل للذوبان بالماء وبنفس الوقت فان معظم النسيج الرابط يختفي لدى تكوين محلول الجيلاتين بتسخين الانسجة الرابطة للحوم الاسماك وتعريض الناتج لعملية طهي ومعاملة تعتيق فانه يتحول الى هلام وان هذا الهلام مرغوب كغذاء في بعض الاقطار اما الايلاستين فانه يقاوم الحرارة الرطبة والطهي وبذلك فلا يتاثر عند تواجده في الانسجة الرابطة.

 الستروما هي البروتين الموجود خارج الخلايا العضلية ومؤخرا تم اكتشاف وجود بعض الالياف المرنة في الخلية ويدعى هذا البروتين في الالياف باسمconnectin وتحتوي اللحوم الداكنة على ستروما اكثر مما في اللحوم البيضاء لكنها اقل محتوى ببروتينات الساركوبلازم.كما في الجدول.

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| Storma % | Myofibrillar % | Sarcoplasmic p. | Muscle | Fish |
| 2.3 | 62.4 | 29 | Dark | Pre rigor |
| 1.6 | 59.2 | 39.7 | White |
| 2.5 | 66.1 | 22.5 | Dark | Post rigor |
| 1.3 | 61.3 | 32.8 | White |

 ان اللحوم الداكنة للسردين والماكريل تحوي ضعف كميةconnection عن تلك اللحوم البيضاء بينما connection في اللحوم الداكنة للكارب تكون 2/1 كميتها في اللحوم البيضاء كما مبين في الجدول.

Table : (connection / content of dark and white

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Connectin in total | Connectin in muscle % | Muscle  | Fish species  |
| 2.8 | 0.38 | Dark | Carp |
| 4.4 | 0.80 | White  |
| 2.0 | 0.37 | Dark | Sardine |
| 2.9 | 0.19 | White  |
| 4.2 | 0.59 | Dark  | Mackerel  |
| 1.8 | 0.39 | White  |

**اللبيدات Lipids**

 تتكون بصورة رئيسة من كليسريدات ثلاثية للاحماض الدهنية مع كميات صغيرة من الاحماض الدهنية الحرة والفيتامينات والمواد الملونة والهايدروكاربونات والسترولات والفوسفات، ويترسب الدهن في الكبد وعلى الاحشاء الداخلية للسمكة اضافة الى وجوده في انسجة العضلات والجلد والغدد التناسلية، وان مدى وجود الدهن في الانسجة ذو اهمية تجارية من ناحية تقبل المستهلك اي لدى ارتفاع نسبة الدهن يصبح الغذاء مقبولاً والعكس لدى انخفاض محتوى الدهن وخاصة في الفترة التي تلي التناسل.

العوامل المؤثرة في طبيعة اللبيدات factoric fluencing nature of lipids

1- النوع : - تبعاً للعوامل الوراثية.

2- الغذاء: يميل الدهن الى الترسب.

3 – درجة الحرارة الأوطأ تؤدي الى اعطاء دهون اعلى في درجة عدم تشبعها.

4- الملوحة – تختلف الانواع النهرية عن البحرية وذلك كانعكاس لطبيعة السلسلة الغذائية.

5- التوزيع الاختياري: يتوزع الدهن في الجسم والاعضاء المختلفة بنمط معين واحياناً هذه العملية اختيارية تجرى على اساس جزيئي وتؤدي الى تحويرات مهمة في التركيب.

 تحتوي زيوت الاسماك كما هو الحال في الزيوت النباتية والحيوانية على الاحماض الدهنية مثل حامضpalmitic A C16 وstearic A C18 ، اضافة الى احماض دهنية مشبعة وغير مشبعة ذاتعدد ذرات كاربون يصل الى C20,C22,C24 وتبلغ نسبة الاحماض الدهنية المشبعة بين 14-40 % معظمها palmitic A مع كميات صغيرة من strearic A , myristic A ويعد حامض الاوليك اكثر الاحماض توزيعاً مع وجود انواع اخرى ذات 4 او 5 اواصر مزدوجة مثل حامض clupemdonic A (22) ذو الخمس اواصر وArachidonic A (20) ذو الاربع اواصر، ووجد بصورة عامة ان زيوت الاسماك البحرية معقدة التركيب ذات C18, C20,C22 بينما تحتوي اسماك المياه العذبة على كميات اقل من الاحماض الدهنيةC20 , C22 غير المشبعة وكميات اكبر من حامض البالمتيواوليك C16 وحامض الاوليكC18 غير المشبع ووجد ان نسبة الاحماض الدهنية غير المشبعة المتعددة الاواصر المزدوجةPUFA ذات 4 و5 و6 اواصر في اسماك المياه العذبة تبلغ 70% بينما في اسماك المياه المالحة 88% وذلك كانعكاس للغذاء الغني في البيئة البحرية.

**تركيب الفوسفولبيدات:**

 نسبتها 0.38-1.1 % وهي عدة انواع اهمها ليسثينLicitin وهو اكثرها وجوداً ويوجد اما حراً او مرتبطاً بالبروتين، والسفالينCaphalin ويكون سهل التحلل والسفنكومايلينsphingomyelin .

**السترولات sterls** :

 يعد الكولسترول اكثر السترولات شيوعاً ويوجد اما حراً او مرتبطاً مع حامض البالمتيك بصورة رئيسة وبدرجة اقل حامض oleic وحامض stearicولا تتجاوز نسبة الكولسترول في لحوم الاسماك اكثر من 0.04-0.15 % ويوجد في العضلات الداكنة بكميات اكبر مما في العضلات البيضاء.

**المواد الملونة Colouring (pigment):**

 تكتسب زيوت الاسماك لوناً يتراوح بين الاصفر الشاحب – الاحمر مثل زيت السلمون والكارب وسبب الالوان هو وجود صبغات carotenoids , asthaxanthin , lutin , tetraxanthin اضافة الى الكلوروفيل في بعض زيوت الاسماك مثل السردين.

**الكربوهيدرات:**

 يعد الكولاجين اهم المصادر الكربوهيدراتية ويوجد في المايوفيبرل والساركوبلازم وهو مرتبط مع بروتين العضلات على هيئة مركبات, يعد الكولاجين مصدراً حيوياً للطاقة العضلية ويستهلك خلال الجهد العضلي ويخزن خلال الراحة وخلال الحركة يتحلل الكولاجين لاهوائياًcalycolsis الى حامض اللاكتيك لذا فان الاخير والكلايكوجين يوجد في انسجة الاسماك الحية. تكون الاسماك الهزيلة والمنهكة ذات كلايكويجن اقل وحامض لاكتيك اكثر من تلك الاسماك المغذاة جيداً او الساكنة وان الاسماك النشطة (سمكة الهرنك) ذات تراكم كلايكوجين اكثر من الانواع الخاملة مثل (البليس(plaice .

 يتحطم الكلايكوجين سريعاً بعد الموت وينتج حامض لاكتيك كما يحصل خلال النشاط العضلي خلال الحياة، وبالنظر لكون نظام CHO قلق فان محتوى الكلايكوجين - حامض اللاكتيك في الاسماك يتغاير بين 0.05- 0.85 % كلايكوجين – 0.005-0.43 % حامض لاكتيك كما توجد بعض المركبات الوسطية مثل كلوكوز، فركتوز، حامض فسفوريك، حامض فوسفوكليسريك، حامض بايروفيك.

**العناصر المعدنية Minerals:**

 تتكون من نوعين اساسية عناصر كبرى وهي P, Ca, K, Na, Cl, S,Mg وتبلغ نسبتها بين 0.1-0.01 % من نسبة الاملاح الكلية 1% اما العناصر الصغرى وهيFe,Cu,Mn,Co,Zn والموبيلديوم واليود والبروم وF وتتراوح نسبتها بين اجزاء بالالف – اجزاء بالمليون من 1%.

 يوجدP, Ca في العظام بهئية فوسفات الكالسيوم كما يوجد معظم Mg في العظام, اما الـ P فهو عنصر اساسي لميتابولزم الخلية واكثرها اهمية من ناحية دوره في ميتابولزم الخلية, يتركز معظم الـP في نواة الخلية ويرتبط مع البروتين مؤلفاً فوسفوبروتين المهم في تحفيز فعل العضلات كما ان اللبيدات المفسفرة مهمة لميتابولزم اللبيدات.

 ان الدم غني بالاحماض العضوية ومركبات الــ P الذائبة ويوجد حامض الفوسفوريك اللاعضوي في تيار الدم وان vB1وvB12 هما بالحقيقة معقدات لحامض الفسفوريك كما يوجد فيLecithin و cephaline و sphingosune كذلك يوجد على هيئة P عالي الطاقة مثل فسفوبروتين الحامض النووي الخ ... وباختصار فان مركبات الــP العضوية تلعب دوراً اساساً في ميتابولزم الخلية وان ATP يحتوي على الــP ويعاني من تغيرات كيماوية مهمة ويستعمل كمقياس للدلالة على النوعية.

 يوجدNa,Ca,K,Mg,Cl على شكل املاح ذائبة في ساركوبلازم الخلية العضلية والبلازما ويرتبط الــ Ca , Mg جزئياً مع المايوسين وله اهمية في تقلص العضلات وانبساطها ويدخل الــS في تركيب الاحماض الامينية التي تدخل في تركيب بروتينات العضلات والانسجة الرابطة ويوجد الكبريت في الحامض الاميني.cysteine

يوجد الحديد في هيموغلوبين الدم وفي انزيمات مؤكسدة متعددة وفي بروتينات الكبد والطحال اما اليود فيوجد لوحده او متحداً مع الهاليدات الاخرى وفي الحالة الاولى يدخل في تركيب الهرمونات.

 يتاثر محتوى العناصر المعدنية بتركيب وتركيز الاملاح في المحيط الخارجي ويكون تراكيز العناصر المعدنية في الانواع البحرية اعلى من الانواع النهرية وذلك لوجود عنصر الكلور بكميات اكبر،ان Fe , و Ca يدخلان في تركيب البروتينات النووية ويساهمان في تكوين الدم كما اظهرت التجارب المختبرية والــCo له دور في تكوين فيتامين B12.