

الفصل الحادي عشر خواص اللحم الطازج

كمية الماء الحر فيه عن باقي اللحوم. وبصورة عامة يوجد الماء مرتبط مع العضلات في ثلاث صور هي الماء الحر، والماء المرتبط، والماء غير المتحرك، والماء في العضلات يمكن اعتباره جزئيات ذات أطراف تحمل شحنات سالبة وأخرى موجبة وتكون هذه الجزئيات منجذبة نحو الجوامع الفعالة ذات الشحنات والموجودة على أسطح بروتينات العضلات. ويمثل الماء المرتبط حوالي ٤-٥% من إجمالي الماء الموجود في العضلات وهذا الماء يرتبط بروابط شبيهة دائمة وقوية جداً مع بروتينات اللحم وبحيث يستطيع مقاومة أشد درجات الضغوط الواقعة على اللحم ويتبقى معه ولا يخرج أبداً. وباقي الماء يتواجد في العضلات منجذباً نحو شحنات بروتينات العضلات وبحيث تضعف قوة هذا الانجذاب كلما بعد عن مصدر الشحنات ويسمى هذا الماء بالماء غير المتحرك، وتختلف نسبة هذا الماء غير متحرك في العضلات على درجة وشدة الضغوط الواقعة على العضلة. والماء الحر هو ذلك الجزء من ماء العضلات والموجود مرتبطاً باللحم فقط عن طريق قوى التوتر السطحي. والرسم التالي يوضح صور تواجد الماء مرتبطاً مع العضلات حيث أن شحنات بروتين العضلات الهيدروفيلك تجذب الماء في طبقات متتالية.

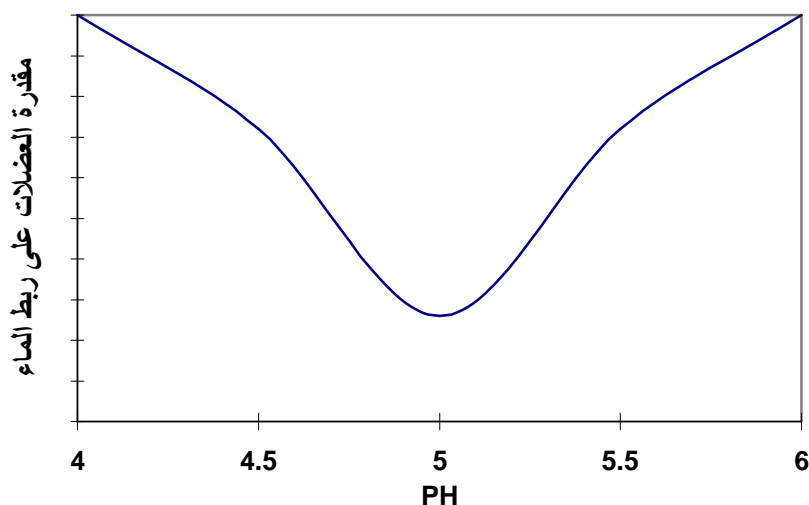
ويجب التنويه إلى أن الحدود بين كل نوع من هذه الأنواع من الماء غير موجودة ولكنها تدريجية. ويؤثر على كمية تواجد الجوامع الهيدروفيلك في بروتين العضلات عوامل متعددة تؤثر بطريقة غير مباشرة على مقدرة هذا اللحم في ربط الماء وهذه العوامل هي التي أثرت على معدل التغيير في خواص العضلات أثناء تحولها إلى لحم، وهي في مجملها كمية حمض اللاكتيك الموجودة في العضلة، ومعدل فقط الطاقة ATP وبداية التيبس الرمي و بدء التحلل الأنزيمي في اللحم.

أ) تأثير الشحنات:

تكوين حمض اللاكتيك في العضلات يؤدي إلى إنخفاض pH ويكون نتيجة ذلك إنخفاض في عدد الجوامع الفعالة والحاملة للشحنات في بروتين العضلة والجاذبة للماء، وإنخفاض عدد الجوامع الفعالة والحاملة للشحنات يحدث عندما تنخفض pH العضلة وتقرب من نقطة التعادل الكهربائي لبروتين العضلة ويكون عندها عدد الشحنات الموجبة وعدد الشحنات السالبة للجوامع البروتين الفعالة والحاملة للشحنات متساوية في العدد وتميل هذه الشحنات عندئذ

الفصل الحادي عشر خواص اللحم الطازج

إلى أن تنجذب نحو بعضها و تترك عدداً قليلاً من المجاميع الحاملة للشحنات خالية وهي التي تجذب الماء نحوها فقط. والرسم البياني التالية يوضح تأثير pH العضلات على مقدرة العضلات في ربط الماء حيث تكون الشحنات الموجبة هي التالية في حالة اللحم شديد الحموضة و تكون متعادلة الشحنات عند نقطة التعادل الكهربائي لبروتين العضلات في حالة اللحم ذو درجة الحموضة المترواحة بين ٥ - ٥,٤ ، بينما تكون الشحنات سالبة في حالة اللحم المترواح درجة حموضة بين ٥,٢ - ٦,٨ ، وكما يتضح من الرسم أن كمية الماء المرتبط والماء غير المتحرك تزداد مع زيادة مقدار الشحنات الموجودة على بروتينات العضلات بغض النظر عن نوعها.



شكل () تأثير الشحنات على ربط الماء

(ب) تأثير الفراغات:

أوضحت الدراسات أن حوالي ثلث مقدرة اللحم على ربط الماء فقط المسؤول عنها العوامل المرتبطة بـ pH هذا اللحم بينما باقي العوامل مرتبطة ببدء التيبس الرمي في هذا

الفصل الحادي عشر خواص اللحم الطازج

اللحم. فعند التيبس الرمي وبداية تكون روابط الأكتومايوسين القوية والكثيرة بين الميوفيلامنت تتكون شبكة محكمة جداً تحتجز بداخلها أيونات ثنائية التكافؤ مثل الكالسيوم والمغنسيوم وهذه الأيونات الموجبة وثنائية التكافؤ تميل إلى جذب مجاميع البروتينات الحاملة للشحنات السالبة نحوها وبذلك ترتبط بمجموعتين وتجدبها ويزداد تلاحق لويقات الميوفيلامنت ويكون نتيجة ذلك قلة في عدد المجاميع الحاملة للشحنات على أسطح البروتين و إذا تواجدت مجاميع حاملة للشحنات وخالية تكون غالباً داخلية و لا يصل الماء إليها حيث لا يوجد لها مكان للتواجد فيه ويسمى ذلك بالتأثير الفراغي. وبصورة عامة فإن التأثير الفراغي يتناسب طردياً مع معدل انعدام الطاقة ATP في العضلات خلال مرحلة التيبس الرمي حيث أن انعدام ونقص كمية ATP تعمل على:

أ) سرعة إتمام التيبس الرمي وزيادة روابط الأكتومايوسين.

ب) انطلاق أيونات حرة من الشبكة الساركوبلازمية نحو الميوفيلامنت.

ج) انطلاق المغنسيوم المرتبط بـ ATP.

ج) تأثير التعتيق:

يمكن للحم أن يستعيد جزءاً من مقدرته على ربط الماء والتي فقدتها كنتيجة لتأثير الشحنات أو لتأثير الفراغ بعد فترة التعتيق، حيث أن أنزيمات الكاتپسين Cathepsins تبدأ في تكسير ألياف الميوفيلامنت و في تغيير خواص الأغشية الخلوية حيث يتسبب ذلك في خروج بعض الأيونات الأحادية التكافؤ والتي تنافس الأيونات الثنائية التكافؤ في أماكن ارتباطها فتتحرر وتترك مكانها لهذه الأيونات وتظل إحدى المجاميع الحاملة للشحنات حرة نتيجة لهذه العملية وتصبح قادرة على جذب الماء نحوها.

اللون:

اللون كما تراه العين هو محصلة عدد من العوامل، وإحساس الإنسان باللون يكون

محصلة ثلاث مكونات لونية هي:

١) اللون الحقيقي وهو اللون الذي يحس به الفرد كنتيجة لإنعكاس طول موجة محددة من على سطح الجسم كالأزرق والأحمر والأصفر..... الخ.

الفصل الحادي عشر خواص اللحم الطازج

٢) نقاء وتركيز اللون والمقصود به رؤية اللون غامقاً أو فاتحاً أو مختلط به لون آخر.

٣) قيمة اللون والمقصود به وضوح اللون.

و في حالة اللحوم فإن لون اللحم يكون كنتيجة لتواجد صبغات تمتص الضوء الساقط عليها وتعكس عدداً آخر من الموجات الضوئية ذات اللون المميز للحم وبجانب صبغات اللحم فإن لون اللحم يتأثر بعوامل أخرى كثيرة سوف نتطرق إليها فيما يلي:

أ) الصبغات:

صبغات اللحم تتكون أساساً من الهيموجلوبين وهو صبغة الدماء ومن الميوجلوبين وهو صبغة العضلات، و في حالة اللحوم التي نرفت دمائها جيداً فإن ٨٠ - ٩٠% من الصبغات المسؤولة عن لون اللحم فيها تكون صبغة الميوجلوبين والباقي يكون مسؤول عنها الهيموجلوبين وصبغات أنزيمات السيتوكروم وأنزيمات الكاتالاز وكل من صبغة الميوجلوبين والهيموجلوبين متشابهان في التركيب ما عدا أن الميوجلوبين حوالي ربع حجم الهيموجلوبين، والميوجلوبين يتكون من بروتين جلوبيية (بروتين كروي) مرتبط مع حلقة هيم ويتميز هذا الهيم باحتوائه على حديد والحالة الكيميائية لهذا الحديد تحدد لون هذا الهيم.

وكمية الميوجلوبين تختلف باختلاف جنس الحيوان وعمره ونوع العضلة ودرجة نشاط العضلة ونوع الحيوان، فالحيوان الصغير يتميز لحمه بلونه الفاتح عن الحيوان الكبير العمر حيث أن كمية صبغة الميوجلوبين تزداد مع تقدم الحيوان في العمر، والذكور تنتج لحوماً أكثر غمقاً من الإناث أو الذكور المخصبة كنتيجة لكمية الميوجلوبين في عضلاتها. والعضلات التي تقوم بمجهود أكبر تحتوي على كمية من الميوجلوبين أعلى وتكون غامقة في اللون عن العضلات التي تقوم بمجهود أقل في نفس الحيوان، وبصورة عامة فإن لحوم الأبقار والأغنام تحتوي على كميات من الميوجلوبين أعلى من لحوم الخنازير والأسماك والطيور وفيما يلي وصفاً للون اللحم في عدد من الحيوانات الزراعية:

الأبقار : أحمر فاتح إلى أحمر كريزي

العجول : أحمر وردي

الأغنام : أحمر فاتح إلى أحمر طوي

الفصل الحادي عشر خواص اللحم الطازج

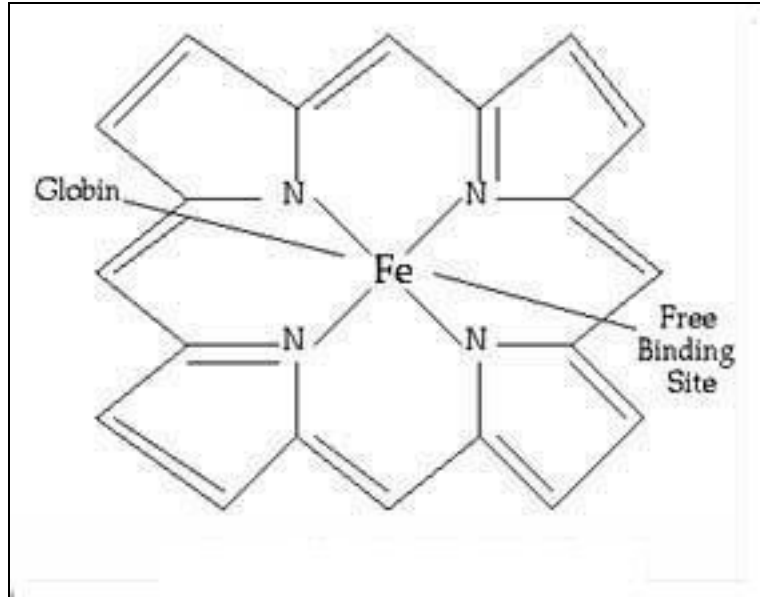
الإبل : أحمر داكن

الأسماك: أبيض رمادي - أحمر قرنفلي

الدجاج : أبيض رمادي إلى أحمر طرايشي.

وبصورة عامة فإن وضوح اللون في العضلة يكون نتيجة لزيادة نسبة الألياف الحمراء

(٣٠ - ٤٠٪) في العضلات حيث يتركز وجود الصبغات في هذه الألياف.



الحالة الكيميائية للحديد:

في الرسم التالي يوضح الحالة الكيميائية للحديد في جزئين من الميوجلوبين، فعندما يكون الحديد متأكسداً (Ferric) فإنه لا يمكنه الارتباط مع جزيئات أخرى مثل الماء أو الأكسجين، ولكن عندما يكون الحديد مختزلاً (Ferrous) يكون له المقدرة على الارتباط بالماء كما في حالة اللحم غير المقطع أو الارتباط بالأكسجين كما في حالة اللحم المقطع والمعرض أسطحه للهواء.

الفصل الحادي عشر خواص اللحم الطازج

ولذلك فإنه يمكن القول بأن الوسيلة الوحيدة لجعل صبغة الميوجلوبين قابلة للارتباط مع جزيئات أخرى هي جعلها في صورة مختزلة، وهذا مهم جداً لأن ارتباط الأكسجين مع هذا الجزء المختزل في العضلات يعطى اللحم اللون الأحمر المرغوب في اللحم الطازج. والحالة المختزلة للحديد في اللحم تحدث طبيعياً كنتيجة لنشاط الأنزيمات المسماة **electron transport chain** والتي تحدث باستمرار، وتستهلك كل الأكسجين المتاح داخل العضلة وبالتالي فإن الصبغة الموجودة في اللحم غير المقطع تكون في حالة مختزلة ولا تجد سوى الماء لترتبط به ويكون لونها عندئذ أحمر قرمزي (ميوجلوبين مختزل).

وعند تقطيع اللحم وتعرض أسطحه للهواء يتفاعل الحديد الموجود في صبغة الميوجلوبين مع الأكسجين ويتوقف درجة هذا التفاعل على كمية الأكسجين المتاحة كمايلي:

(١) إذا كان هناك كمية قليلة من الأكسجين موجودة كما في حالة اللحوم الملفوفة في أوراق عازلة أو اللحوم الموضوعة فوق صواني أو أسطح مسطحة حيث يكون الهواء بين سطح اللحم وسطح الصواني قليلاً فإن الحديد يتحول إلى الصورة المتأكسدة ويتحول لون اللحم إلى اللون البني و تسمى الصبغة في هذه الحالة ميتاميوجلوبين **Metmyoglobin** وقد يستغرق تحول اللحم إلى هذا اللون عدة دقائق فقط ولا يمكن للحوم استعادة لونه الطبيعي مرة أخرى تحت الظروف الطبيعية، وفي هذه الحالة يتسبب عن تكون الميتاميوجلوبين مشاكل في البيع حيث أن اللون البني للحوم غير مرغوب فيه ويمكن استعادة اللون الأحمر مرة أخرى إذا استطعنا نزع جميع الأكسجين و جعل الوسط المحيط باللحم وسط مشجع لاختزال الميوجلوبين. وتحدث هذه الحالة عند لف اللحوم بأوراق تسمح بمرور كميات صغيرة من الأكسجين فقط.

(٢) إذا تعرض اللحم لكميات كبيرة من الهواء فإن الحديد المختزل يتفاعل مع الأكسجين ويكون صبغة او كسيميوجلوبين **Oxymyoglobin** ذات اللون الأحمر الزاهي المميزة للحوم الطازج الجيد وستغرق هذه العملية حوالي ٣٠ - ٤٥ دقيقة لتكون ذلك اللون و الذي يصعب بعد ذلك تحويله إلى ميتاميوجلوبين. ويفضل لف اللحوم بأوراق تتميز بقدرة عالية لإمرار الأكسجين وشبه مانعة لمرور الماء مثل السولوفان وبولي إثيلين وكلوريد البولي فينيل.

الفصل الحادي عشر خواص اللحم الطازج

ب) تلون اللحم :

تحدث تلون للحوم بطرق شتى تختلف عن حالة الحديد الكيميائية والتي سبق عرضها، ويمكن الاحتفاظ بلون اللحم الطازج جيدا لمدة ٣-٤ أيام إذا تم مراعاة الظروف الجيدة في حفظ اللحوم وتغليفه . وحالة اللحوم المعروفة باسم PSE و DCM توجد نتيجة لظروف غير طبيعية لتواجد الماء، وتأثيره على إنعكاس الضوء ففي حالة تواجد كميات كبيرة من الماء الحر (PSE) بين العضلات تكون كمية الأسطح العاكسة للضوء كبيرة و في نفس الوقت مقدرتها على امتصاص أطول محددة للضوء تكون منعدمة وينتج عن ذلك اللون الفاتح للحم وبالإضافة إلى ذلك فإن حدوث دنتره لبروتينات اللحم وإنخفاض مقدرة على امتصاص أطوال محددة للضوء تكون منعدمة وينتج عن ذلك اللون الفاتح للحم وبالإضافة إلى ذلك فإن حدوث دنتره لبروتينات اللحم وإنخفاض مقدار pH اللحم له تأثير مباشر مقدرة صبغة الميوجلوبين في عكس الضوء وإظهارها بلون باهت.

و في حالة اللحوم DCM وحيث تكون أغلبية الماء مرتبنا داخل العضلات فتقل كتلة الأسطح العاكسة للضوء وتزداد مقدرة الصبغة في امتصاص الضوء ويظهر اللحم بلون داكن، وبالإضافة إلى ذلك فإن إرتفاع pH هذا اللحم واحتفاظه بكمية كبيرة من النشاط الأنزيمي يجعل نسبة أكبر من الميوجلوبين تتواجد في صورة اكسيموجلوبين.

وقد يحدث تلون للحم نتيجة تدمم وتكسير صبغة الميوجلوبين بفعل النمو البكتيري وبحيث يتم انفصال حلقة الهيم عن بروتين الجلوبيين و الذي يستغل كغذاء للبكتريا النامية ويظهر اللحم ويتلون بلون مخضر. ويجب التفرقة بين هذه الحالة واللحوم المكسية بطبقة رقيقة من الدهون والتي تعكس الضوء الأخضر فيظهر اللحم وكأنه متلون بلون مخضر. وقد يظهر اللحم المتروك في الهواء وبالرغم من توفر الأكسجين بوفرة بلون أحمر داكن وذلك كنتيجة طبيعية لجفاف السطح وتركيز صبغة الميوجلوبين في الأجزاء السطحية والتي تبدو للعين بلون أحمر داكن.