

TECHNIQUES

ACTION DES SELS SUR LES PROTÉINES DE VIANDE *

Le salaisonier et le charcutier utilisent un certain nombre d'additifs et notamment des sels : chlorure de sodium (sel de cuisine), polyphosphates, citrates (interdits en France sauf cas particuliers)... Le sel de cuisine a un rôle important du point de vue de la conservation et du goût des produits finis, mais il a aussi un effet non négligeable sur la rétention d'eau des pâtes de viandes. Sur ce dernier point, il en est de même des polyphosphates et des citrates.

L'influence des différents sels sur le pouvoir de rétention d'eau est bien connu des professionnels ; par contre, ce qui l'est moins, c'est leur mécanisme d'action. Pour mieux comprendre les mécanismes de rétention d'eau des viandes et les moyens de les modifier, il est indispensable de savoir ce qu'est une protéine, quelles sont les protéines musculaires qui interviennent préférentiellement sur la rétention d'eau des viandes et leurs « interactions » avec les sels utilisés en fabrication.

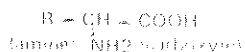
Les protides

La matière vivante est formée principalement de lipides, de glucides et de protéines, ces dernières étant le constituant le plus important. La molécule protéique est extrêmement complexe ; si sa chimie classique est relativement bien connue, sa physico-chimie et sa structure par contre le sont moins bien, et semblent pourtant expliquer la plupart de ses propriétés.

Les protides sont des corps composés essentiellement de carbone (C), d'oxygène (O), d'hydrogène (H), et d'azote (N), ils peuvent également contenir du soufre (S), du phosphore (P) et divers autres éléments en très petites quantités.

LES ACIDES AMINÉS

Les plus petits constituants des protéines sont les acides aminés, ils sont définis par la présence dans la même molécule d'une fonction amine (NH₂) et d'une fonction carboxyle ou acide (COOH), de formule générale



R représente soit un atome d'hydrogène, dans le plus simple des cas, soit une chaîne carbonée.

* P. Dubreuil - Laboratoire de Chimie Alimentaire Expertimetal - Centre Technologique de Salaison - CNRS - 93000 Noisy-lez-Paris.

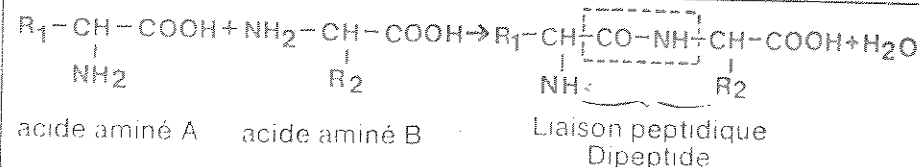
Le nombre d'acides aminés que la nature synthétise est limité, on en connaît une trentaine :

- une vingtaine (tableau 1) sont universellement présents chez tous les êtres vivants,
- les autres ne se rencontrent qu'occasionnellement, leur liste n'est d'ailleurs pas bien arrêtée.

Les acides aminés, comme on peut le voir sur le tableau 1, peuvent être classés en fonction de certaines caractéristiques chimiques, notamment le nombre de fonctions amines ou acides qu'ils contiennent.

LES POLYPEPTIDES

La présence d'un groupement carboxyle et d'un groupement amine, permet à deux acides aminés mis en présence, dans certaines conditions, de se combiner, il y a formation d'un nouveau corps : un dipeptide qui contient encore une fonction amine et une fonction acide. Les deux molécules sont assemblées par la liaison - CO - NH - appelée liaison peptidique



Si un nouvel acide aminé se fixe sur cette nouvelle molécule, il se forme alors un tripeptide et ainsi de suite.

Lorsque le nombre d'acides aminés, dans la molécule, est supérieur à trois, ce sont des polypeptides.

LES PROTÉINES

Composition. - Les protéines sont des assemblages complexes de polypeptides, qui peuvent être composés de plusieurs centaines d'acides aminés. Aussi, leurs propriétés seront fonction des proportions relatives des différents acides aminés qui les constituent, mais aussi de l'ordre dans lequel ils sont disposés. Les protéines auront donc des propriétés très différentes, bien que constituées à partir d'une vingtaine seulement d'acides aminés différents.

Structure. - A la structure primaire, qui correspond aux chaînes peptidiques formées par l'union des acides aminés, s'ajoute une structure secondaire, réalisée par des liaisons plus faibles que la liaison peptidique (pont hydrogène par exemple), qui vont donner à la chaîne complète une configuration dans l'espace bien définie et sensible à l'action de divers agents physiques ou chimiques (pH, température...). Les protéines sont réparties en deux groupes principaux : les protéines fibreuses, et les protéines globulaires.

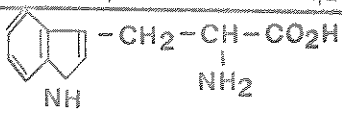
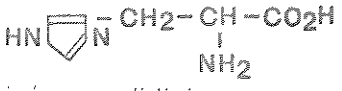
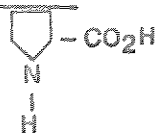
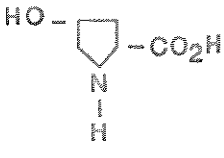
Les protéines fibreuses. Ce sont surtout des protéines de soutien : collagène du tissu conjonctif, myosine des muscles, fibrine du caillot sanguin... Il y a, dans ce cas, deux configurations possibles :

- en zig-zag ou feuilletés plissés (fig. 1a),
- en enroulement hélicoïdal, l'axe de cet enroulement correspondant à l'axe de la fibre (fig. 1b).

Dans certaines protéines fibreuses, les chaînes polypeptidiques de structure hélicoïdale sont disposées parallèlement les unes aux autres. Dans d'autres cas, elles sont elles-mêmes associées et torsadées comme les fils d'un câble (fig. 1c).

Les protéines globulaires. Les substances actives telles que les enzymes (ou diastases), les hormones, la myoglobine... appartiennent à cette catégorie, elles ont une forme plus ou moins sphérique. On admet en général que les protéines globulaires ont une structure hélicoïdale, mais, au lieu d'être parfaitement ordonnée le long d'un axe, les rubans polypeptidiques sont enroulés en globules compacts resserrés par des liaisons latérales entre les rubans.

Tableau I Liste des acides aminés se trouvant habituellement dans les protéines (H. JAVILLIER et Coll. 1964)

Monoacides monoaminés		Diacides monoaminés	
Glycocolle ou glycine	$\text{H}_2\text{N}-\text{CH}_2-\text{CO}_2\text{H}$	Acide aspartique	$\text{HO}_2\text{C}-\text{CH}_2-\overset{\text{NH}_2}{\underset{ }{\text{CH}}}-\text{CO}_2\text{H}$
Alanine	$\text{CH}_3-\overset{\text{NH}_2}{\underset{ }{\text{CH}}}-\text{CO}_2\text{H}$	Acide glutamique	$\text{HO}_2\text{C}-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\overset{\text{NH}_2}{\underset{ }{\text{CH}}}-\text{CO}_2\text{H}$
Valine	$\text{CH}_3-\overset{\text{CH}_3}{\underset{ }{\text{CH}}}-\overset{\text{NH}_2}{\underset{ }{\text{CH}}}-\text{CO}_2\text{H}$	<u>Diacide diaminé à liaison disulfure</u>	
Leucine	$\text{CH}_3-\overset{\text{CH}_3}{\underset{ }{\text{CH}}}-\text{CH}_2-\overset{\text{NH}_2}{\underset{ }{\text{CH}}}-\text{CO}_2\text{H}$	Cystine (produit d'oxydation de la cystéine)	$\text{S}-\text{CH}_2-\overset{\text{NH}_2}{\underset{ }{\text{CH}}}-\text{CO}_2\text{H}$ $\text{S}-\text{CH}_2-\overset{\text{NH}_2}{\underset{ }{\text{CH}}}-\text{CO}_2\text{H}$
Isoleucine	$\text{CH}_3-\text{CH}_2-\overset{\text{NH}_2}{\underset{\text{CH}_2}{ }{\text{CH}}}-\text{CH}-\text{CO}_2\text{H}$	<u>Acides aminés à noyau aromatique</u>	
<u>Monoacides monoaminés possédant une fonction alcool, thiol ou thioester</u>		Phénylalanine	$\text{C}_6\text{H}_5-\text{CH}_2-\overset{\text{NH}_2}{\underset{ }{\text{CH}}}-\text{CO}_2\text{H}$
Sérine	$\text{HO}-\text{CH}_2-\overset{\text{NH}_2}{\underset{ }{\text{CH}}}-\text{CO}_2\text{H}$	Tyrosine	$\text{HO}-\text{C}_6\text{H}_4-\text{CH}_2-\overset{\text{NH}_2}{\underset{ }{\text{CH}}}-\text{CO}_2\text{H}$
Cystéine	$\text{HS}-\text{CH}_2-\overset{\text{NH}_2}{\underset{ }{\text{CH}}}-\text{CO}_2\text{H}$	<u>Acides aminés à noyau indolique ou imidazolique</u>	
Thréonine	$\text{CH}_3-\overset{\text{OH}}{\underset{ }{\text{CH}}}-\overset{\text{NH}_2}{\underset{ }{\text{CH}}}-\text{CO}_2\text{H}$	Tryptophane	
Méthionine	$\text{CH}_3-\text{S}-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\overset{\text{NH}_2}{\underset{ }{\text{CH}}}-\text{CO}_2\text{H}$	Histidine	
<u>Monoacides diaminés</u>		<u>Dérivés pyrrolidiniques</u>	
Lysine	$\text{H}_2\text{N}-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\overset{\text{NH}_2}{\underset{ }{\text{CH}}}-\text{CO}_2\text{H}$	Proline	
Arginine	$\text{HN}=\text{C}(\text{H}_2\text{N}')-\text{NH}-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\overset{\text{NH}_2}{\underset{ }{\text{CH}}}-\text{CO}_2\text{H}$	Hydroxyproline	

(Fonction alcool : -OH; Fonction thiol : -SH; Fonction thioester : CH₃-S-)

EAU ET PROTEINES

Nous avons vu que les acides aminés sont assemblés par des liaisons peptidiques (-CO-NH-), mais la molécule d'acide aminé peut contenir d'autres fonctions carboxyles chargées négativement et/ou amines chargées positivement. Dans la pratique, il y a donc un certain nombre de charges positives et négatives ; deux charges de signe opposé peuvent se lier pour former des liaisons salines. On appelle charge nette d'une protéine la somme arithmétique des charges positives et négatives. Etant donné que deux charges se repous-

sent ou s'attirent suivant qu'elles sont de même signe ou de signe opposé, il se produit une répulsion entre les chaînes protéiques lorsqu'il y a un maximum de charges de même signe (la charge nette sera élevée), et l'espace existant permet une plus grande pénétration de l'eau. Par contre, lorsque le nombre de charges positives et négatives est égal (charge nette égale à 0), il y a un resserrement maximum des chaînes et la rétention d'eau est minimum ; on se situe alors au point isoélectrique (pi) de la protéine, le pH au quel se produit ce phénomène s'appelle le pH isoélectrique (pHi). Ces charges sont les principales responsables du pouvoir de rétention d'eau de

la viande, car elles sont sensibles à des agents extérieurs comme le pH, le sel... D'autre part, en plus de ces liaisons salines, il existe d'autres liaisons (fig. 11), ce sont des liaisons cationiques, où deux charges négatives sont reliées par un métal divalent (Me⁺⁺), les ponts disulfures et les liaisons hydrogènes ; en particulier, l'eau de formule H₂O peut se lier par l'intermédiaire de liaisons hydrogènes sur les atomes d'oxygène et d'hydrogène de la molécule protéique. Cette eau, liée à la molécule protéique, représente l'eau de constitution, son extraction est difficile, et n'intervient pas ou peu sur le pouvoir de rétention d'eau de la viande.

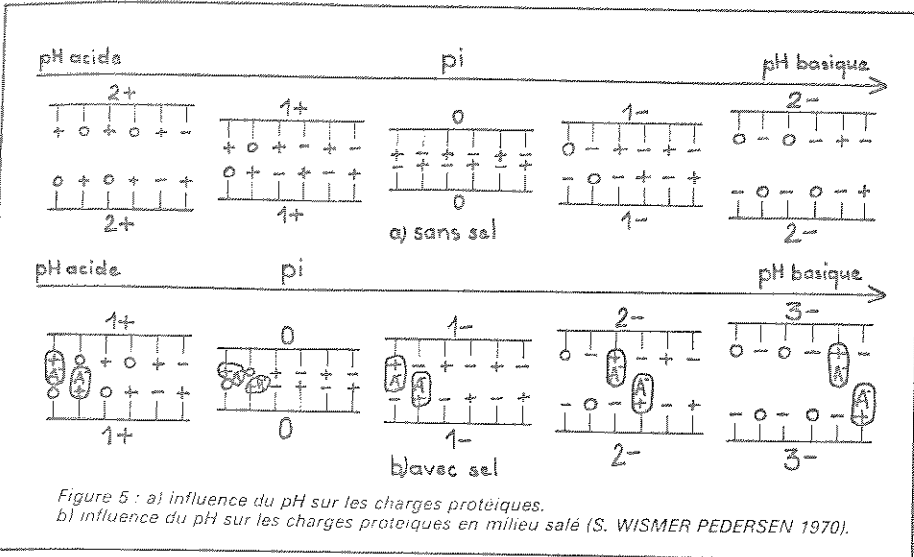


Figure 5 : a) influence du pH sur les charges protéiques. b) influence du pH sur les charges protéiques en milieu salé (S. WISMER PEDERSEN 1970).

dition de sels neutres amène une baisse d'hydratation de la viande (diminution de la rétention d'eau).

Ainsi, l'étude des sels de sodium d'acides forts et de chlorures de différents métaux à trois pH différents, montre que les sels de sodium et les chlorures métalliques à pH 6,4 et 5,5 augmentent la capacité de rétention d'eau et à pH 3,5 la diminuent (tableau II). Mais ils n'ont pas une influence identique sur l'hydratation de la viande. La force de la liaison des ions sur la protéine peut expliquer ces différences et conduit à la règle suivante :

- dans la gamme de pH supérieur au p_i , l'effet hydratant de l'anion est d'autant plus fort et celui du cation moindre qu'ils sont fortement liés à la protéine ;
- dans la gamme de pH inférieur au p_i , c'est l'inverse qui se produit ; plus fortement l'ion sera lié à la protéine, plus faible sera l'effet hydratant de l'anion et plus fort celui du cation.

D'autre part, l'effet prédominant de l'anion par rapport au cation est mis en évidence par l'addition des différents chlorures (tableau II). Des cations comme Mg^{++} , Ca^{++} , qui semblent être fortement liés aux protéines, ajoutés sous forme de chlorures entraînent encore une augmentation de la capacité de rétention d'eau dans la gamme basique, une diminution dans la gamme acide, et une baisse du point isoélectrique. Ces variations sont cependant moins marquées que lors d'une addition de NaCl, le cation compensant partiellement l'effet déshydratant de l'anion. (voir tableau 2)

Au point isoélectrique, le nombre de charges négatives et positives est identique, l'hydratation est à son minimum ; de part et d'autre de cette valeur le nombre de charges, positives du côté acide et négatives du côté basique, croît, augmentant les répulsions intra et interchaines ; ainsi la rétention d'eau s'améliore (fig. V a). Si alors, on ajoute un sel neutre et en admettant donc que l'anion a un effet prédominant par rapport au cation, l'effet obtenu dépend exclusivement de la charge de la protéine (figure V a et b) :

- du côté acide du point isoélectrique, il existe un excès de groupements chargés positivement qui se repoussent, l'anion se fixe sur ces groupes diminuant par là même la force de répulsion et donc la rétention d'eau ;

- du côté basique du point isoélectrique les groupes négatifs dominent ; après l'addition de sel neutre, l'anion masque des groupes positifs, augmente encore le nombre de pôles négatifs et la rétention d'eau.

La capacité d'hydratation de la viande croît avec l'augmentation en sel jusqu'à un maximum puis diminue. Cette diminution de rétention d'eau s'explique par le fait que les ions du sel neutre attirent à eux des molécules d'eau et déshydratent ainsi la molécule protéique ; d'autre part, il peut aussi se produire une solubilisation partielle des protéines et/ou une modification de leur structure.

La concentration de sel de cuisine (NaCl) pour laquelle la rétention d'eau est maximum est indépendante de la quantité d'eau ajoutée (pour des teneurs en eau variant de 0 à 60 %) et est d'environ 5 % du mélange.

L'évolution de la rétention d'eau d'un broyat de viande (exprimée en pourcentage d'eau liée) en fonction du pH (fig. IV) met en évidence un minimum à pH 5,0 environ, cette valeur pH correspond au point isoélectrique de l'actomyosine. De part et d'autre de cette valeur pH, la capacité de rétention d'eau augmente fortement.

Partant du point isoélectrique, où la protéine à un nombre de liaisons électrostatiques transversales maximum, c'est-à-dire un nombre de charges positives égal au nombre de charges négatives (fig. Va), l'addition d'une base, en augmentant le pH, inhibe un certain nombre de charges positives. Le nombre de charges négatives croît, les charges se repoussent, ce qui entraîne une répulsion des filaments et une augmentation de l'espace libre pour les molécules d'eau. Une addition d'acide entraîne un effet similaire mais inverse en inhibant les charges négatives de la protéine ; les charges positives se trouvent cette fois en nombre supérieur.

Pour la viande, le pH est du côté basique du p_i (5,0 - 6,5) ; nous constatons ainsi (voir figure IV) qu'une variation, même minime, du pH peut avoir des effets non négligeables sur la capacité de rétention d'eau.

Pour certains produits, il sera intéressant de chercher à augmenter le pH de la mûlée que l'on travaille, ou au contraire, à le diminuer. Généralement, dans tous les produits cuits, on cherche un maximum de rétention d'eau, et dans les produits secs, un minimum (dans certaines limites). Par exemple, l'influence du pH est particulièrement importante dans la fabrication du saucisson sec ; lors de l'étuvage, il se produit un développement de bactéries acidifiantes et le pH du saucisson descend à 5,3-5,4, c'est-à-dire pratiquement au pH isoélectrique : l'eau étant faiblement liée s'extrait facilement. Un additif (non autorisé en France), la glucono delta lactone (GDL) a dans le saucisson le même effet que les bactéries acidifiantes. En effet, la GDL se transforme dans la mûlée en acide gluconique, et le pH du saucisson peut atteindre 5,0 voire moins. Par contre, pour la

fabrication d'un saucisson cuit à hachage grossier, il faut que le pH de la mûlée soit relativement élevé, ce qui évitera lors de la cuisson la présence de poches de gelée. C'est d'ailleurs pour éviter tout excès que la législation limite à 9 le pH des phosphates en solution aqueuse à 1 %.

INFLUENCE DES SELS

L'effet d'hydratation peut être compris en considérant à la fois l'effet du cation et de l'anion sur la protéine. Pour cela, nous diviserons les sels en deux groupes : les sels neutres (sels d'acides forts et de bases fortes) qui en solution dans l'eau influencent peu ou pas le pH, et les sels d'acides faibles qui le modifient.

Les sels d'acides forts et bases fortes

Lorsque l'on étudie l'influence de différents sels neutres sur la capacité de rétention d'eau des viandes à différents pH (fig. VI), on constate :

- dans la gamme pH supérieur au p_i , l'addition de sels neutres entraîne un effet hydratant (augmentation de la capacité de rétention d'eau) ;
- dans la gamme pH inférieur au p_i , l'ad-

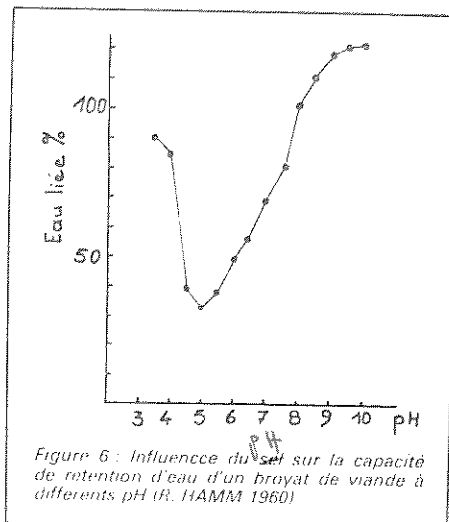


Figure 6 : Influence du sel sur la capacité de rétention d'eau d'un broyat de viande à différents pH (R. HAMM 1960)

Les sels d'acides faibles et bases fortes.

L'addition de sels d'acides faibles (phosphates, citrates) est courante dans la fabrication de produits de viande. Si l'action des sels neutres, comme nous l'avons vu est relativement simple, l'action des sels d'acides faibles ne peut s'expliquer seulement par l'action des anions sur les groupes positifs des protéines.

Des essais ont montré que plus le sel utilisé augmente le pH du milieu, plus la rétention d'eau est importante. Ceci n'est pas surprenant compte tenu de ce que nous avons vu précédemment sur l'influence du pH. Cependant, cette variation de pH n'explique pas à elle seule les effets des différents sels ; si l'on teste différents sels à un pH donné (6,4) on constate encore des différences. Les sels les plus efficaces, du point de vue de la liaison de l'eau, sont en général, ceux qui possèdent un anion polyvalent, c'est-à-dire avec plusieurs charges négatives (polyphosphates, oxalates,...) on peut donc penser que la valence de l'anion

soit déterminante. Mais lorsque l'on teste ces différents sels à pH constant et à même force ionique (c'est-à-dire que l'on utilise des quantités de sel proportionnelles au rapport : poids moléculaire/valence), des différences subsistent encore.

Par ailleurs, certains sels comme phosphates, citrates, affectant fortement la rétention d'eau de la viande ont beaucoup moins d'effet sur de nombreuses autres protéines. Contrairement à NaCl ou NaNO₃, ces sels n'ont pas d'effet gonflant mais au contraire un effet retractant sur un gel de gélatine, du côté basique du point isoélectrique.

Il existe donc une influence spécifique des anions sur les protéines musculaires ; cette influence reposerait en partie sur l'élimination de certaines liaisons. Pour ce qui nous concerne, nous considérerons plus spécialement l'action des polyphosphates et des citrates.

Nous avons vu que la contraction musculaire du muscle vivant résulte de la combi-

naison de deux protéines : l'actine et la myosine pour former l'actomyosine, en effet deux molécules protéiques se lient solidement par l'intermédiaire de cations divalents (Me⁺⁺) formant des ponts. La décontraction, qui suit, se produit par l'intermédiaire d'un polyphosphate naturel : l'adénosine triphosphate (ATP) qui complexe les Me⁺⁺ d'où un relâchement de la liaison actine-myosine.

Compte tenu de nos connaissances actuelles sur la contraction musculaire, l'augmentation de la capacité de rétention d'eau, par l'intermédiaire des polyphosphates et des citrates, reposerait sur la dissociation de l'actomyosine en actine et myosine à la manière de l'ATP dans le muscle vivant.

La rupture de ces ponts pourrait se faire soit par une élimination partielle des métaux divalents et/ou par une liaison de l'anion sur le cation fixé à la protéines (figure VII).

Le polyphosphate qui a la plus forte action

Augmentation de l'hydratation d'un homogénat de muscle

Sels de sodium	pH 6,4 F ⁻ < Cl ⁻ < Br ⁻ < CNS ⁻ < I ⁻	Tous ces sels augmentent la rétention d'eau
	pH 5,5 F ⁻ < Cl ⁻ < Br ⁻ < CNS ⁻ , I ⁻	Tous ces sels augmentent la rétention d'eau
	pH 3,5 I ⁻ < CNS ⁻ < Cl ⁻ < Br ⁻ < F ⁻	Tous ces sels diminuent la rétention d'eau
	pH 6,4 et 5,5	
	salicylate < sulfate < nitrate < sulfosalicylate	Tous ces sels augmentent la rétention d'eau
Chlorures	pH 6,4 Ca ⁺⁺ < Ba ⁺⁺ < Mg ⁺⁺ < K ⁺ < Na ⁺ < Li ⁺	Tous ces sels augmentent la rétention d'eau
	pH 5,5 K ⁺ < Na ⁺ , Mg ⁺⁺ < Ca ⁺⁺ < Li ⁺ < Ba ⁺⁺	Tous ces sels augmentent la rétention d'eau
	pH 3,5 Li ⁺ < Na ⁺ , K ⁺ < Mg ⁺⁺ < Ca ⁺⁺ < Ba ⁺⁺	Tous ces sels diminuent la rétention d'eau

Tableau II : Influence de différents sels de sodium et chlorures métalliques sur la rétention d'eau d'un broyat de viande (R. HAMM, 1960).

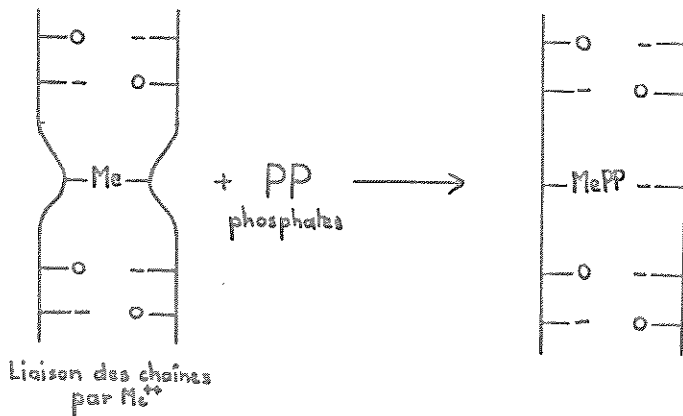


Figure 7 : Action des phosphates sur une liaison intercalaire, à un pH supérieur au point isoélectrique (R. HAMM 1972).

ANION - CATION

Les acides, bases et sels sont des électrolytes, c'est-à-dire que mis en solution dans l'eau, ils se dissocient en ions chargés électriquement :

- les anions sont chargés négativement (chlorure Cl⁻ ; nitrite NO₂⁻ ; nitrate NO₃⁻).
- les cations sont chargés positivement (sodium Na⁺ ; calcium Ca⁺⁺ ; potassium K⁺).

Par exemple, l'acide chlorhydrique (HCl), se dissocie en ions Cl⁻ (chlorure) et H⁺ (hydrogène) ; le chlorure de sodium (ou sel de cuisine) NaCl se dissocie en ions Na⁺ et Cl⁻.

sur la rétention d'eau est le pyrophosphate. Les polyphosphates à chaînes plus longues (tripolyphosphates...) qui ont cependant un pouvoir séquestrant supérieur au pyrophosphate, n'ont d'action vraiment importante sur l'hydratation de la viande qu'après hydrolyse c'est-à-dire après dégradation de ces chaînes jusqu'à l'état de pyrophosphates

Ceci peut s'expliquer par le fait que les chaînes de polyphosphates très polymérisées sont trop grosses et ne peuvent pénétrer entre les fibres de la viande et donc réagir avec les cations divalents.

Ainsi, au moins trois phénomènes différents doivent être considérés dans l'action des sels d'acides faibles sur la capacité de rétention d'eau de la viande :

- augmentation de la valeur pH (faible) ;
- effet non spécifique de la force ionique ;
- élimination partielle et/ou complexation des métaux divalents avec rupture de liaisons protéiques.

Cependant, beaucoup de ces sels ont un effet négligeable à faible concentration. A forte concentration, leur influence augmente, mais semble être due plus à l'effet non spécifique de la force ionique et du pH. Dans beaucoup de cas, la capacité de rétention d'eau est plus faible que celle obtenue par une addition de sel de cuisine.

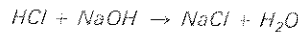
Mélange NaCl + polyphosphates

L'augmentation du pouvoir de rétention d'eau est beaucoup plus importante s'il y a présence simultanée de NaCl et de di et/ou triphosphates qu'en présence de NaCl seul ou de polyphosphates seuls., ceux-ci ayant

peu l'effet hydratant sur la viande non sa-
lée. D'autre part, plus la quantité de sel
augmente et plus l'effet des di et triphos-
phates augmente. Nous avons vu que le
NaCl coupe les ponts salins par fixation des
ions du NaCl sur les fonctions protéiques
chargées, ce qui entraîne une augmenta-
tion du nombre de charges négatives des

SEL

Un acide et une base, mis ensemble en solution peuvent s'unir pour former un sel et de l'eau. Ainsi, l'acide chlorhydrique en présence de soude forme du chlorure de sodium suivant la réaction :



Sels d'acides forts et bases fortes :
Ce sont des sels, qui en solution dans l'eau, n'influencent pas ou peu l'acidité du milieu. Ils sont appelés aussi sels neutres.

Sels d'acides faibles et bases fortes :
Ce sont des sels qui, en solution dans l'eau, ont tendance à en augmenter l'alcalinité.

protéines et une répulsion entre les chaînes voisines. Cette répulsion peut conduire à un gonflement supplémentaire lorsque les ponts métalliques (Me⁺⁺) entre protéines et surtout entre les filaments d'actine et de myosine sont coupés par l'action des phosphates (figure VII). La microstructure devenue ainsi plus lâche permet une augmentation accrue de l'eau immobilisée.

BIBLIOGRAPHIE SOMMAIRE

L'Etude de la viande et de l'action des sels a fait l'objet d'un grand nombre d'articles, la liste d'ouvrages donnée ci-dessous ne comporte que des textes de portée générale.

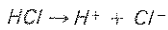
- J.Cl. Cheftel, H.Cheftel et P. Besancon - Introduction à la biochimie et à la technologie des aliments (Tome I et Tome II) - 1977 - Ed. Technique et Documentation Paris.
- M. Forklin - Aspects biochimiques communs aux êtres vivants - 1956 - Ed. Masson et Cie.
- L. Genevois - Traité de chimie biologique (Tome I) - 1957 - P.U.F.
- R. Hamm - Biochemistry of meat hydration (1960) - Advances in food Research - 10 - 355-463.
- R. Hamm - Kolloidchemie des fleisches - 1972 - Ed. Paul Parey Berlin.
- H. Harper - Précis de biochimie - 1969 - Les presses de l'Université Laval - Québec - Librairie A. Colin Paris.
- M. Javillier et J. Lavolay - La Chimie des êtres vivants - 1964 - Collection « Que sais-je ? » P.U.F.
- J. Schut - Meat emulsions (Chapitre 8) in food emulsions by Friberg - 1976 - Ed. M. Dekker Inc. New York.
- J. Wismer Pedersen - Chemistry of animal tissues : water, (Chapitre 3) in the science of meat and meat products - 1970 - 2è édition - Ed. J.F. Price and B.S. Schweigert.

ACIDE - BASE NOTION DE FORCE

Un acide est un corps qui en solution donne des ions H⁺. Une molécule d'acide peut libérer un ou plusieurs ions H⁺.

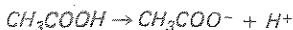
Une base est un composé, qui en solution, produit des ions OH⁻.

On appelle acide fort ou base forte, un acide ou une base qui, en solution, se dissocie entièrement en anion et cation. Par exemple, l'acide chlorhydrique est un acide fort, il se transforme intégralement en solution suivant l'équation :



dans la solution il n'existe plus de molécules HCl.

Par contre si seulement une partie des molécules de l'acide ou de la base en solution se dissocie en anion et cation, comme par exemple l'acide acétique :



Nous sommes alors en présence d'un acide ou d'une base faible.

pour un acide ou une base, la proportion de molécules dissociées est constante.

pH

L'acidité ou l'alcalinité d'une solution se caractérise par la présence d'un excès d'ions H⁺ ou OH⁻ dans le milieu.

Le pH (potentiel hydrogène) est un nombre compris entre 1 et 14 et qui est en rapport inverse avec la concentration en ions H⁺. La valeur 7 correspond à la neutralité c'est-à-dire que le nombre d'ions H⁺ est égal à celui des OH⁻.

Plus le nombre d'ions H⁺ augmente, plus l'acidité augmente et plus la valeur pH est faible. Plus le nombre d'OH⁻ est élevé, donc plus le nombre d'H⁺ diminue, plus la valeur pH est élevée.

