

G- 9⁶⁷⁸

Xe EUROPEAN MEETING OF MEAT RESEARCH WORKERS

- ROSKILDE (Danemark) -

1 9 6 4

CAUSES BACTERIOLOGIQUES DE CERTAINS DEFAUTS OBSERVES AU

COURS DE LA FABRICATION DU JAMBON DE PARIS

J. FOURNAUD

et P. RAIBAUD

- F R A N C E -

CAUSES BACTERIOLOGIQUES DE CERTAINS DEFAUTS OBSERVES

AU COURS DE LA FABRICATION DU JAMBON DE PARIS

J. FOURNAUD et P. RAIBAUD

Station Centrale de Recherches laitières
& de technologie des produits animaux
C.N.R.Z. JOUY-EN-JOSAS FRANCE

La fabrication du jambon de Paris, si elle varie dans ses détails d'un atelier artisanal à l'autre, comporte toujours cinq stades. La première opération est le "parage" du jambon : élimination du gras superflu et parfois désossage. Puis, on effectue le "pompage" qui consiste à injecter dans la masse du jambon une saumure jusqu'à ce que celle-ci reflue. Cette saumure peut être la saumure dite d'immersion, qui a servi à une précédente fabrication ou un mélange de cette saumure avec de la saumure "vierge", saumure qui n'a pas encore servi. Le saumurage proprement dit consiste ensuite à plonger les jambons pompés dans des bacs contenant la saumure ; puis a lieu l'égouttage des jambons que l'on suspend dans un local frais et enfin, leur cuisson qui peut se faire, soit dans un bouillon de viande aromatisé, soit à la vapeur.

Les principales caractéristiques technologiques qu'il importe de connaître pour apprécier une fabrication de ce type sont : la durée et la température de saumurage, la durée de l'égouttage, la teneur en chlorure de sodium de la saumure, le pH et la teneur en nitrite de potassium de la saumure en fin de saumurage, enfin la nature de la microflore qui s'y est développée au cours du saumurage.

.../...

Une bonne saumure de jambon de Paris contient au début du saumurage 16 à 22 % de chlorure de sodium lorsque le temps de saumurage prévu est court : moins de 48 heures, et la température comprise entre 6°C et 15°C. En cas de saumurage long, 8 à 21 jours, à basse température 4 à 6°C, sa teneur en chlorure de sodium peut varier de 13 à 16 %. Dans les deux cas, la durée d'égouttage est d'un jour ou deux, rarement plus. En fin de saumurage, le pH d'une bonne saumure est compris entre 5,8 et 6,3 et sa teneur en nitrite de potassium entre 0,05 et 0,1 %.

(I)

Nous avons précédemment décrit la complexité de la microflore des saumures et jambons de Paris. Du point de vue technologique, une bonne saumure se caractérise par la présence, en fin de saumurage, de bactéries "nitrifiantes" -capables de réduire l'ion nitrate en ion nitrite- en nombre au moins égal à 10^7 par ml de saumure. Par contre, le nombre de bactéries "non nitrifiantes" -qui ne réduisent pas l'ion nitrate- doit être inférieur à 10^5 par ml de saumure. La présence en nombre important de bactéries "dénitrifiantes" -capables de réduire l'ion nitrate en azote- peut être tolérée, car ces bactéries sont d'abord "nitrifiantes" et lorsque le stade de réduction de l'ion nitrite en azote est atteint, l'apparition de bulles de gaz dans la saumure permet de l'éliminer avant que l'ion nitrite ne soit dégradé.

Comme la législation française interdit encore l'addition de nitrite de potassium, ou de sodium, à la saumure, le rapport entre bactéries "nitrifiantes" et "non nitrifiantes" constituent un des facteurs principaux pour apprécier la qualité bactériologique d'une saumure. Cependant, le développement de certaines espèces bactériennes soit avant le saumurage, soit au cours du saumurage, soit au cours de l'égouttage, peut avoir aussi une grande importance dans la qualité du produit fini

Au cours de ce travail, nous avons eu l'occasion d'analyser un certain nombre de fabrications défectueuses de jambon de Paris.

.../...

Il nous a paru intéressant de comparer les caractéristiques technologiques de ces fabrications avec celles d'une bonne fabrication telle que nous venons de la définir.

MATERIEL ET METHODE

Origine des échantillons

Les saumures et jambons défectueux nous ont été fournis par l'intermédiaire du Centre Technique de la Salaison, de la Charcuterie et des Conserves de Viande. Tous les échantillons analysés provenaient d'ateliers artisanaux installés en France.

Analyses chimiques des saumures et viandes

Le pH a été mesuré avec un pHmètre (Photovolt) à électrode de verre.

L'ion nitrite a été dosé suivant la méthode colorimétrique de GRIESS ILOSVAY avec un colorimètre Beckman B et le chlorure de sodium suivant la méthode de CHARPENTIER VOLLARD.

Analyses bactériologiques des saumures et viandes

Dans deux précédentes communications (I, 2), nous avons décrit en détail les méthodes utilisées pour dénombrer et identifier les différents genres et espèces de bactéries halophiles, halotolérantes et non halophiles dans les saumures et les viandes.

.../...

RESULTATS -

I. Cas de saumures d'aspect défectueux

Trois saumures nous ont été envoyées parce qu'elles présentaient un aspect défectueux : le tableau I montre que dans chacune de ces saumures, une espèce bactérienne qui ne fait pas partie de la microflore des bonnes saumures a pu y être dénombrée en nombre important : Micrococcus sp et Leuconostoc sp. Dans nos milieux de culture, les souches de Leuconostoc que nous avons isolées étaient capables de fabriquer des substances ayant les propriétés des dextrans. Il est donc vraisemblable que ces bactéries étaient responsables de l'aspect défectueux de la saumure U. Par contre, dans ces mêmes milieux de culture, les souches de Micrococcus ne formaient pas les grumeaux caractéristiques observés dans les saumures S et T. Mais si on ensemence avec une souche de ce Micrococcus une saumure préparée au laboratoire, stérilisée à l'autoclave, et dans laquelle on introduit un morceau de viande de porc, on constate l'apparition de grumeaux caractéristiques après 3 semaines d'incubation à 10°C. Dans une même saumure, préparée dans les mêmes conditions mais ensemencée avec une autre souche de Micrococcus isolée d'une bonne saumure, on n'observe pas ces grumeaux. Il est donc vraisemblable que l'accident de fabrication observé dans les saumures S et T était dû au développement de ce Micrococcus.

Le pH, la teneur en nitrite de potassium et la présence de bactéries "nitrifiantes" dans les conditions de saumurage utilisées : Micrococcus dans la saumure S, Micrococcus et Vibrio dans la saumure T, Flavobacterium dans la saumure U montrent que seul l'aspect de ces saumures était défectueux.

.../...

2. Cas de jambons d'aspect défectueux

Les défauts de fabrication les plus nombreux concernent l'aspect du jambon : soit après égouttage, soit au moment de la coupe.

a) Défauts observés sur des jambons défectueux après égouttage :

Il s'agit de jambons qui avaient subi un égouttage prolongé pendant 8 jours. Dans un premier cas, le jambon présentait en surface un enduit gluant : nous avons isolé de cet enduit des Leuconostoc, que nous n'avons pas retrouvés dans la saumure utilisée dans la fabrication de ce jambon. Ces leuconostoc étaient capables, dans nos milieux de culture, de fabriquer des substances voisines des dextrans. Dans un deuxième cas, le jambon présentait des taches vertes qui ne disparaissaient pas à la cuisson. Deux analyses ont été faites sur deux échantillons provenant de deux fabrications différentes et prélevés à la surface du jambon : l'un de ces échantillons contenait, par g, $5 \cdot 10^7$ Lactobacillus non halophiles mais avait une bonne teneur en nitrite : $550 \mu\text{g/g}$. L'autre contenait, par g, $5 \cdot 10^8$ Lactobacillus non halophiles et sa teneur en nitrite était très faible : $5 \mu\text{g/g}$: dans ce cas, nous avons pu dénombrer, dans la saumure correspondante, par ml, $4 \cdot 10^4$ Lactobacillus du même type. D'autre part, sur un jambon qui provenait du même atelier, nous avons pu déceler, par g, 10^5 Lactobacillus non halophiles, avant que ce jambon ne soit plongé dans la saumure.

En ensemençant les souches de ce Lactobacillus non halophile sur un milieu contenant du sang frais, nous avons constaté qu'après 12 h d'incubation à 22°C , le milieu avait verdi là où elles s'étaient développées. Il est donc vraisemblable que le verdissement de ces jambons était dû au développement de cette espèce bactérienne.

b) Défauts observés sur des jambons défectueux au moment de la coupe :

C'est le défaut le plus fréquent ; 41 cas sur 48 étudiés

.../...

Il se traduit par la présence de taches gris-vert sur la tranche de jambon lorsqu'on coupe le jambon. Dans les cas extrêmes, toute la tranche est gris-vert.

L'analyse bactériologique de ces tranches défectueuses montre qu'il ne s'agit pas d'une prolifération bactérienne dans le jambon après la cuisson. Par contre, l'analyse technologique des saumures qui ont servi à préparer les jambons défectueux montre qu'elles diffèrent des bonnes saumures essentiellement par leur faible teneur en nitrite de potassium. Le tableau 2 montre, en effet, qu'aucune de ces saumures n'atteint le chiffre de 0,500 g/l qui représente la valeur minimum pour une bonne saumure. Où doit-on chercher la cause d'une telle déficience en nitrite de potassium?

Dans le cas des saumures A et B, qui étaient sursaturées en chlorure de sodium, il est certain que la concentration en sel était excessive ; en effet, nous n'avons pu dénombrer aucune bactérie sur nos milieux gélosés ou liquide et dans un milieu nutritif à 25 % de chlorure de sodium ensemencé avec 1 ml de saumure, aucune bactérie ne s'est développée. Dans la saumure C, nous avons bien dénombré des bactéries "nitri-fiantes" ; Flavobacterium, Micrococcus, mais dans nos milieux nutritifs salés, nous avons constaté que la nitrate-réductase de ces espèces bactériennes était moins active dans des milieux contenant plus de 20 % de chlorure de sodium : la faible teneur en nitrite de la saumure C peut être due à ce phénomène. Le cas de la saumure D semble paradoxal : en effet, l'analyse bactériologique montre qu'environ 10^8 Vibrio y étaient présents, alors que l'analyse chimique montre une teneur relativement faible en nitrite de potassium. L'identification de quelques souches de ce Vibrio montre qu'il possédait tous les caractères de V. costicolus donnés par SMITH (3), sauf en ce qui concerne la tolérance au chlorure de sodium ; en effet, ces souches ne se développaient pas dans des milieux dont la concentration en sel était supérieure à 17 %.

.../...

Or, la saumure D contenait au début du saumurage 18 % de NaCl et en fin de saumurage 14,8 % ; le Vibrio avait donc pu s'y développer mais tardivement, ce qui permet d'expliquer la faible teneur en nitrite de potassium de cette saumure.

Dans le cas des saumures E à H, la température du saumurage est probablement la cause initiale des faibles teneurs en nitrite de potassium observées : en France, beaucoup d'artisans utilisent pour leur fabrication des caves dont la température varie, dans une certaine mesure, suivant la température extérieure : si le temps se refroidit, la température de cave baisse (les jambons gèlent parfois !), le développement bactérien et la réduction de l'ion nitrate se ralentissent. Le ralentissement de l'activité enzymatique est d'autant plus net qu'il s'agit de Micrococcus (cas de la saumure E) comme l'a montré BUTTIAUX (4).

Dans le cas des saumures I à R, nous avons pu mettre en évidence un nombre excessif de bactéries "non nitrifiantes" et acidifiantes Pediococcus, Lactobacillus. Les faibles valeurs de pH observées dans ces saumures sont sans doute liées à la présence de ces bactéries. Ce pH est bien inférieur, sauf pour la saumure J, à celui d'une bonne saumure. Or, HENRY et al. (5) ont montré qu'en-dessous de pH 5,6, l'ion nitrite est instable. Ceci permet de comprendre pourquoi ces saumures sont si pauvres en ion nitrite malgré la présence en nombre parfois important de bactéries "nitrifiantes". Dans les saumures O, P, R, les lactobacilles dénombrés étaient des souches non halophiles et ceux isolés de la saumure O, qui était filante, étaient capables, comme les autres souches décrites par DEIBEL et NIVEN (6), de fabriquer dans nos milieux de culture des substances voisines des dextrans.

.../...

DISCUSSION -

Ces quelques exemples d'accidents de fabrication, choisis parmi les plus typiques, montrent le rôle important dévolu aux bactéries à tous les stades de la fabrication du jambon de Paris : rôle nécessaire des bactéries "nitrifiantes", dont la seule présence n'est cependant pas suffisante pour assurer une bonne fabrication ; rôle néfaste des bactéries non "nitrifiantes" et acidifiantes. Souvent, le rôle néfaste de ces bactéries échappe à l'observation si une analyse technologique approfondie n'est pas faite au cours du saumurage ; à l'exception des saumures grumeleuses, filantes ou moussantes, faciles à déceler, la vapeur technologique d'une saumure se manifeste le plus souvent lorsque le jambon est terminé et prêt à la vente. Dans ces conditions, comment remédier à temps aux accidents de fabrication ?

Nous n'avons pas rapporté les accidents fortuits qui peuvent survenir au cours d'une fabrication : ainsi, le sac de liants, à base de polyphosphates, que le commis laisse tomber dans la saumure peut être la seule cause de l'absence de l'ion nitrite. Dans d'autres cas, il suffit de rappeler au fabricant les normes d'un bon saumurage et de lui faire parvenir un "pied de cuve" contenant les bactéries "nitrifiantes" indispensables pour remédier à ses accidents de fabrication. Mais, dans d'autres cas, le problème n'est pas si simple ; en effet, nous avons vu que, dans certaines saumures, outre les bactéries halophiles, on pouvait rencontrer, en nombre parfois important, des bactéries halotolérantes ou non halophiles dont le développement est inhibé, dans les milieux de culture utilisés, par la concentration en chlorure de sodium de ces saumures. Pour expliquer ce fait, on est obligé d'admettre qu'il y a des échanges importants entre la saumure et la viande qui y est plongée. Les échanges chimiques sont bien connus mais les échanges microbiens sont plus difficiles à mettre en évidence. Cependant, nous avons pu observer que, dans un même jambon, au cours du saumurage, le nombre de bactéries non halophiles, telles que les lactobacillus, pouvait augmenter considérablement et,

.../...

en quelque sorte, polluer la saumure. Il est alors difficile de prévenir un tel développement puisqu'il se produit dans les conditions optimales pour le développement des bactéries "nitrifiantes". Nous avons pu dénombrer, dans un cas, les lactobacilles non halophiles à la surface du jambon avant le saumurage ; il est vraisemblable que ces bactéries non halophiles et halotolérantes représentent des bactéries de contamination fréquentes des viandes mises en saumure. Aussi peut-on penser que le moyen le plus efficace de prévenir les accidents en cours de saumurage serait de mettre en saumure de la viande très peu polluée, non seulement par les bactéries pathogènes ou supposées telles, mais aussi par les bactéries banales telles que Lactobacillus, Pediococcus, Leuconostoc, et de désinfecter soigneusement les salles et le matériel de fabrication.

En ce qui concerne le rôle des Lactobacillus non halophiles et des Leuconostoc dans les phénomènes de verdissement du jambon, les opinions divergent. DEIBEL et NIVEN (6) n'ont pas observé de verdissement dans le cas de saucisses de Francfort contaminées avec des Lactobacillus non halophiles. Par contre, LEISTNER (7) signale que la viande, lorsqu'elle émerge de la saumure au cours du saumurage, verdit quand la saumure contient des Lactobacillus et des Leuconostoc. Dans les cas que nous avons examinés, le rôle de ces lactobacilles semble être principalement d'abaisser le pH des saumures et par suite de diminuer la teneur en nitrite. Il pourrait donc être indiqué de tamponner la saumure, par exemple avec des phosphates, mais les phosphates, nous l'avons constaté, inhibent la nitrate-réductase des Vibrio. De plus, on peut penser que des systèmes enzymatiques de bactéries qui se sont développées dans la viande au cours du saumurage sont encore actifs après la cuisson et interviennent dans les phénomènes de verdissement observés à la coupe du jambon : l'étude de ces systèmes enzymatiques est actuellement en cours.

T A B L E A U I

CARACTERISTIQUES TECHNOLOGIQUES DE SAUMURES D'ASPECT DEFECTUEUX

Ncs des SAUMURES	ASPECT	Températ de saumurage en °C	NaCl en g/l	K NO ₂ en g/l	pH	Bactéries dominantes	Autres Bactéries
S	grumeaux en surface de la saumure	8	240	0,500		<u>Micrococcus</u> (1)	
T		10	220	0,550	5,8	<u>Micrococcus</u> (7,1)	<u>Vibrio</u> (4)
U	saumure filante	5	220	0,750	6,3	<u>Leuconostoc</u> (9)	<u>Flavobacterium</u> (8,6)

(1) \log_{10} du nombre de bactéries viables par ml de saumure.

101

101

T A B L E A U I I

CARACTERISTIQUES TECHNOLOGIQUES DE SAUMURES PAUVRES EN NITRITE

n° saumures	températ de saumurage en °C	NaCl en g / l	K NO ₂ en g/l	p H	log ₁₀ du nombre de bactéries viables par ml de saumure			
					Bactéries " nitrifiantes"	Bactéries " non nitrifiantes"		
A	9	> 330	0,000	5,6	< I	< I		
B	6 - 10	> 330	0,000	6,7	< I	< I		
C	9	240	0,050	6,3	6,2 6,2	Flavobacterium Micrococcus		
D	16	180	0,250	5,4	7,8	Vibrio		
E	1 - 4	221	traces	5,6	6,8 5,4	Micrococcus Flavobacterium		
F	1 - 2	156	0,200	6,0	6,0 6,0	Vibrio Flavobacterium		
G	1 - 4	152	traces	6,2	5,9 5,0	Micrococcus Flavobacterium		
H	2 - 3	160	0,075	6,2	5,4 6,9	Micrococcus Brevibacterium		
I	12 - 14	162	0,000	4,75	3,6	Flavobacterium	7,2	Pediococcus
J	6	175	0,000	5,8			8,0	Lactobacil. hp (1)
K		170	0,000	5,5	< 4		7,3	" ht (2)
L	6	175	0,190	5,1	6,8	Micrococcus	6,8	" ht
M		200	traces	5,0	6,8	Micrococcus	7,1	" ht
N	4 - 5	240	traces		6,4 6,4	Vibrio Flavobacterium	7,6	" ht
O	4 - 6	80	0,000	5,3	5,4	Vibrio	8,0	" nh (3)
P	4	90	0,100	4,9	3,6	Vibrio	7,7	" nh
R	3 - 4	115	0,050	4,75	7,0	Vibrio	8,0	" nh

(1) hp : halophile
 (2) ht : halotolérant
 (3) nh : non halophile

689

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- (1) FOURNAUD J., RAIBAUD P et MOCQUOT G. -Méthode de numération sélective des principaux groupes microbiens présents dans les saumures et jambons de Paris. Caractères distinctifs des groupes halotolérants et non halophiles. VIIe Réunion des Instituts de Recherches sur les Viandes - VARSOVIE (1961).
- (2) FOURNAUD J., RAIBAUD P. et MOCQUOT G. - Etude bactériologique des saumures de jambons de Paris. Mise au point de milieux sélectifs. Principaux genres de bactéries rencontrés. Ve Réunion des Instituts de Recherches sur les Viandes - PARIS (1959).
- (3) SMITH F.B. - An investigation of a taint in rib bones of bacon. The determination of halophilic *Vibrio* (Nov. sp.)
Proc. Roy. soc. Queensland, 49, 29-52 (1938)
- (4) BUTTIAUX R. - Technique simple d'examen bactériologique des saumures de jambon et ses résultats.
2nd Intern. Symp. Fd. Microb., Cambridge, 137-155, 1957.
- (5) HENRY M., JOUBERT L, RENAULT L. et GORET P. -Sur une bactérie hautement dénitrifiante des saumures de viande.
2nd Intern. Symp. Fd. Microb., Cambridge, 213-224, 1957
- (6) DEIBEL R-H. and NIVEN C.F. - Microbiology of meat curing. II. Characteristics of a lactobacillus occurring in ham curing brines which synthesizes a polysaccharide from sucrose. Appl. Microb., 7, 138-141, 1959
- (7) LEISTNER L. - Bakterielle Vorgänge bei der Pokelung von Fleisch. III Die Verderbnis von Pökellaken - Fleischwirtschaft, 10, 530-536, 1958.

690

RESUME

La fabrication du jambon de Paris est sujette à des accidents dont la cause bactériologique a pu être établie dans un certain nombre de cas. Ainsi, l'aspect défectueux de certaines saumures peut être dû à un développement excessif de Micrococcus et de Leuconostoc. De même, l'aspect défectueux de jambons qui ont subi un égouttage trop long peut être dû à un développement excessif de Leuconostoc et de Lactobacillus non halophiles. Mais le défaut le plus fréquent est la présence de taches gris-vert sur la tranche de jambon au moment de la coupe. Il est dû à un saumurage défectueux et non pas à un développement de bactéries après cuisson. Dans ce cas, en effet, les saumures utilisées avaient une teneur en nitrite de potassium trop faible ; dans certaines de ces saumures, un excès de chlorure de sodium avait inhibé le développement des bactéries "nitrifiantes", dans d'autres cas, une température de saumurage trop basse avait ralenti, et le développement et l'activité enzymatique des bactéries "nitrifiantes" ; enfin, dans plusieurs de ces saumures, un développement excessif de bactéries "non nitrifiantes" et acidifiantes pouvait être tenu pour responsable de la faible teneur en nitrite de potassium.

SUMMARY

A certain number of failures during manufacture to which Paris ham is subject have been attributed to bacteriological causes. This some faulty brines may be caused by an excessive growth of Micrococcus and Leuconostoc, and defects in hams subjected to prolonged draining may be due to an increased development of Leuconostoc or non halophilic Lactobacillus. The presence of grey-green patches on slices of ham

.../...

at cutting is however the most frequent fault. This is due to a faulty brine and not to bacterial development after cooking. In the latter case the brines employed had a low potassium nitrite content. In some of these brines an excess of sodium chloride had inhibited "nitrifying" bacteria, whereas in others too low a temperature during brining had inhibited the growth and enzymatic activity of "nitrifying" bacteria. Finally, an excessive growth of "non-nitrifying" and acid producing bacteria could be considered to be responsible for the low level of potassium nitrite.

ZUSAMMENFASSUNG

Die Herstellung des "Schinken von Paris" ist Fehlern unterworfen, deren bakteriologische Ursache in einer gewissen Anzahl von Fällen festgestellt werden konnte. So kann das mangelhafte Aussehen von gewissen Pökellaken auf eine zu starke Entwicklung von Micrococcus und Leuconostoc zurückgeführt werden. Ebenso kann das mangelhafte Aussehen von Schinken, der zu lange abgetropft worden ist, auf eine zu starke Entwicklung von nicht halophilen Leuconostoc und Lactobacillus zurückgeführt werden. Aber der am häufigsten vorkommende Fehler ist das Erscheinen von graugrünen Flecken auf der Schinkenscheibe wenn der Schinken geschnitten wird. Dieses ist die Folge von fehlerhaftem Salzen und nicht von einer Bakterienentwicklung nach dem Kochen. In diesem Falle hatten die verwendeten Pökellaken einen zu niedrigen Gehalt an Kaliumnitrit ; in einer gewissen Anzahl dieser Pökellaken hatte ein Übermass von Kochsalz die Entwicklung von "nitritbildenden" Bakterien verhindert ; in anderen Fällen hatte eine zu niedrige Temperatur beim Pökein sowie die Entwicklung als auch die enzymatische Aktivität der "nitritbildenden" Bakterien verlangsamt ; und schliesslich konnte in mehreren dieser Pökellaken eine zu starke Entwicklung von "nicht - nitritbildenden" und "säurebildenden" Bakterien für den niedrigen Gehalt an Kaliumnitrit verantwortlich gemacht werden.