

VIII^{ème} REUNION EUROPEENNE DES INSTITUTS DE
RECHERCHES SUR LES VIANDES

Moscou, 20 - 27 Auguste 1962.

L'EXAMEN DE L'ACTION DES BASSES TEMPERATURES
SUR DES MICROORGANISMES SÉLECTIONNÉS, DANS DES
SUBSTRATS DIFFÉRENTS

Dr Sonja Karan-Djurdjić, Živka Tadić, Radoljub Tadić
INSTITUT DE LA TECHNOLOGIE DE LA VIANDE - YUGOSLAVIA
BELGRADE

ИССЛЕДОВАНИЕ ДЕЙСТВИЯ НИЗКИХ ТЕМПЕРАТУР
НА ИЗБРАННЫЕ МИКРООРГАНИЗМЫ В РАЗНЫХ
СРЕДАХ

Р Е З Ю М Е

1. При температуре $\pm 12^{\circ}\text{C}$ *Ps. aeruginosa*, *Micr. aurantiacus* и *S. faecalis* хорошо размножаются, а *Bac. licheniformis* очень скудно и то только в присутствии мясного сока.

2. При температуре -6°C *Ps. aeruginosa*, *Micr. aurantiacus* и *S. faecalis* размножаются только после продолжительной фазы инкубации приблизительно 150 часов, пока не размножается в исследовательном периоде.

3. При температуре 0°C только *Micr. aurantiacus* - в исследованном периоде - показывает незначительное повышение числа бактерий.

4. Действие минусных температур селекционно. Оно особенно сильно на палочные формы, но существует и для коков, причем сильнее действует на микрококки, чем на стрептококки.

5. Уменьшение числа бактерий больше, если минусные температуры ближе к 0°C .

6. В присутствии мясного сока, как правило, уменьшается нежелательное действие низких температур на бактерии; не было замечено разницы в числе бактерий между бульоном и соком свежего и соком мороженого мяса.

7. *Micr. aurantiacus*, *Str. faecalis*, *Ps. aeruginosa* если в виде суспензии находятся в эмульсии сала, в некоторой степени защищенные от негативного действия низких температур - аналогично тому, что констатировано при высоких температурах. Этого нельзя заметить у *Bac. licheniformis*

8. Повторяемое замораживание с соответствующим числом оттаиваний усиливает негативное действие температур на исследованные бактерии.

AN EXAMINATION OF THE ACTION OF LOW TEMPERATURES
ON THE SELECTED STRAINS OF MICRO-ORGANISMS IN
MEAT AND SUBSTRATA ON THE MEAT BASIS

Dr Sonja Karan-Djurđić
Živka Tadić
Radoljub Tadić

S U M M A R Y

1. *Ps. aeruginosa*, *Micr. aurantiacus* and *Str. faecalis* are capable of rapid growth at + 12°C. At the same temperature *Bac. licheniformis* grows very slowly, but only in the presence of meat juice.

2. *Ps. aeruginosa*, *Micr. aurantiacus* and *Str. faecalis* were multiplied at -6°C, but having a longer lag phase of about 150 hours, while *Bac. licheniformis* was not multiplied within the research period.

3. At 0°C *Micr. aurantiacus* only shows a small increase in the number of cells, within the research period.

4. The temperatures below 0°C have a selective action which is especially severe on the rod-shaped bacteria, but on cocci too. It was found that this action was more severe on micro- than on streptococci.

5. A decrease in the number of bacteria is more evident at the low temperatures approaching 0°C.

6. The presence of meat juice regularly diminishes the unfavorable action of low temperatures to the bacteria. Any differences, regarding the number of cells, could not be found between the broth with fresh meat juice and that one with frozen meat juice.

7. If *Micr. aurantiacus*, *Str. faecalis* and *Ps. aeruginosa* are suspended in the tallow-emulsion or substrate with a higher percentage of tallow-emulsion, they are protected to a certain extent against the negative action of low temperatures - what is analogous to that at high temperatures. It never could be

observed in *Bac. licheniformis*.

8. Repeated freezing with the subsequent defrosting strengthens the negative action of the temperature to the examined bacteria.

DIE UNTERSUCHUNG DER WIRKUNG DER NIEDRIGEN
TEMPERATUREN AUF DIE ERWÄHLTEN MIKROORGANISMEN
IN DEN VERSCHIEDENEN SUBSTRATEN

Dr Sonja Karan-Djurđić
Živka Tadić
Radoljub Tadić

ZUSAMMENFASSUNG

1. Bei der Temperatur von $+12^{\circ}\text{C}$ Ps. aeruginosa, Micr. aurantiacus und Str. faecalis werden gut vermehrt, die Bac. licheniformis aber spärlich u.z. nur in der Anwesenheit des Fleischsaftes.
2. Bei der Temperatur von $+6^{\circ}\text{C}$ Ps. aeruginosa, Micr. aurantiacus und Str. faecalis werden erst nach der langen Inkubationsphase - ungefähr 150 Stunden - vermehrt, während Bac. licheniformis in der untersuchten Periode nicht vermehrt wird.
3. Bei der Temperatur von 0°C nur Micr. aurantiacus zeigt in der untersuchten Periode unbedeutende Zunahme der Bakterienzahl.
4. Die Wirkung der Minus-Temperaturen ist selektiv. Sie wirkt besonders stark auf die stäbchenförmige Bakterien, kommt aber auch bei den Kokken vor wobei sie stärker die Mikrokokken als Streptokokken bewirkt.
5. Die Verminderung der Bakterienzahl ist desto grösser, je die Minus-Temperaturen dem 0°C näher liegen.
6. In der Anwesenheit des Fleischsaftes wird regelmässig die ungünstige Wirkung der niedrigen Temperaturen auf die Bakterien vermindert; es konnten keine Unterschiede in der Bakterienzahl zwischen dem Nährboden mit dem Saft des frischen und des gefrorenen Fleisches beobachtet.
7. Micr. aurantiacus, Str. faecalis und Ps. aeruginosa, falls sie in der Talgemulsion oder in den Substraten mit der

Talgemulsion suspendiert sind, werden in gewisser Masse vor der negativen Wirkung der niedrigen Temperaturen - analog dem bei den hohen Temperaturen festgestellten - geschützt. Das konnte bei *Bac. licheniformis* nicht festgestellt werden.

Das wiederholte Gefrieren mit entsprechender Zahl von Defrostationen erhöht die negative Wirkung der minimalen Temperaturen auf die untersuchten Bakterien.

L'EXAMEN DE L'ACTION DES BASSES TEMPÉRATURES SUR
DES MICROORGANISMES SELECTIONNÉS, DANS DES SUBSTRATS
DIFFÉRENTS

Dr Sonja Karan-Djurđić
Živka Tadić
Radoljub Tadić

Le maintien et la croissance des microorganismes sont étroitement liés à la différence des températures. En général, l'amplitude des températures à laquelle les microorganismes peuvent rester en vie est très grande (de -270° à $+100^{\circ}$ C). Cependant, l'amplitude des températures dans laquelle les microorganismes se propagent varie dans des limites beaucoup plus étroites et elle est spécifique pour les différentes espèces. Si on soumet des microbes à des températures au dessus de la limite supérieure que ceux-ci supportent, on a pour conséquence la mort des organismes, tandis que le dépassement des températures minima, dans la plupart des cas, ne provoque pas la destruction des microorganismes mais seulement le freinage de leur activité vitale. Dans ces dernières conditions, la plupart des microorganismes parviennent à l'état d'anabiose dans lequel ils peuvent subsister longtemps encore; quand les conditions normales sont rétablies, leur activité vitale réapparaît.

L'action nuisible des températures au dessous de 0° C sur des bactéries est multiple. Les basses températures empêchent en premier lieu les processus enzymes des microorganismes et de cette manière ralentissent et diminuent leurs fonctions vitales. Quelques auteurs considèrent qu'à des températures au dessous de 0° C des cristaux de glace produisent des endommagements des cellules d'ordre purement mécanique. Cependant, la plupart des auteurs est d'accord pour affirmer que la cause principale de l'action nuisible des températures au dessous de 0° C, c'est la dénaturation des protéines qui résulte d'une concentration augmentée de sel, ce qui peut causer des modifications irréversibles dans le système colloïdal des cellules.

Il va sans dire que la destruction des bactéries sous l'influence des basses températures dépend de plusieurs facteurs comme par exemple: espèces des microorganismes, phase de propagation, durée de l'action des températures, structure nutritive du milieu, pH etc.

Dans la littérature, on peut trouver un grand nombre de renseignements qui parlent de l'action des basses températures sur les différents microorganismes.

Tanner (9) a examiné l'action des températures au dessous de 0°C sur Cl. botulinum et a constaté que la sporulation a encore lieu à -14°C.

Tuchscheid (11) affirme que beaucoup de microorganismes peuvent supporter pendant quelques heures la température de l'hydrogène liquide (-193°C), et que Proteus vulgaris et Esch. coli survivent 10 heures à la température de l'hydrogène liquide (-252°C). Des moisissures ne peuvent pas se propager, d'après l'opinion de cet auteur, à des températures au dessous de -15°C.

Haines (cité d'après Tanner) a congelé à -70°C les suspensions des cultures de 20 heures et a constaté qu'on détruit alors 70% de Pseud. pyocaneus, 40% de Esch. coli et 27% de Bac. mesentericus. Quand, après la congélation à -70°C, il a soumis ces mêmes microorganismes à diverses températures de dépôt, il a constaté qu'à -20°C, après 163 jours de dépôt, 75% de Esch. coli était détruit, tandis qu'à -2°C, après 11 jours déjà, ces microorganismes ont été réduits d'une partie allant jusqu'à 5%. Le comportement de Pseud. pyocaneus a été semblable, tandis que les spores de Bac. mesentericus se sont identifiées à -20°C et -2°C. Cet auteur cite que les staphylocoques ne se propagent, pas au dessous de +10°C, que la propagation de quelques souches de B. coli, de B. proteus et des microcoques cesse entre +5°C et 0°C, tandis que certaines souches de la famille Achromobacter et Pseudomonas peuvent se propager jusqu'à -5°C.

Horovic, Vlasova et Grünberg (cité d'après Tuchscheid)

ont prouvé à l'Institut soviétique pour l'examen du froid, qu'il y a des dizaines d'espèces de microorganismes qui peuvent non seulement survivre à des basses températures mais aussi se propager dans de telles conditions. Parmi ces microorganismes se trouvaient les différentes espèces: cocci, bâtonnets sporogènes et non sporogènes, levures et moisissures. Les températures optima pour la propagation de ces microorganismes variaient, dans la plupart des cas, dans les limites de la température de la pièce; les auteurs mentionnés n'ont pas trouvé des espèces particulièrement cryophiles.

Hegarty et Weeks (4) ont découvert que les cultures *B. coli*, à la phase logarithmique de croissance, sont très sensibles à un refroidissement brusque de $+37^{\circ}$ à 0°C .

Sherman et Cameron (6) ont prouvé que dans les jeunes cultures, 95% des bactéries sont détruites, si la température baisse brusquement de $+45^{\circ}$ à 0°C ; lors d'un refroidissement graduel, quand la chute de la température a lieu au cours de 30 minutes, les cultures ne sont pas endommagées.

Au cours de ses recherches Smart (7) a trouvé 21 espèces de bactéries, de levures et de moisissures qui se propagent au cours d'une année à la température de $-8,9^{\circ}\text{C}$.

Haines (3) divise les bactéries en quatre groupes, en se basant sur leur résistance envers les basses températures: a) staphylocoques qui (se/né) propagent pas au dessous de $+10^{\circ}\text{C}$; b) certaines souches de *B. coli*, de *B. proteus* et des microcoques dont la propagation cesse entre $+5^{\circ}$ et 0°C ; c) certaines souches de *B. proteus* et des autres microorganismes qui se propagent encore à 0°C et d) certaines souches d'*Achromobacter* et *Pseudomonas* qui peuvent se propager jusqu'à -5°C .

Stille (8) a prouvé que la congélation de courte durée à -24°C amène la diminution du nombre des microorganismes dans les proportions suivantes: *Sacharomyces cerevisiae* 29,2%, *Pseudomonas fluorescens* 23,2%, *Pseudomonas pyocanea* 95,6%, *Bacterium prodigiosum* 79,9% et *Bacterium rubidaeum* 81,9%. Une plus grande baisse de la température (jusqu'à -193°C) n'a pas eu pour conséquence le nombre accru des microorganismes tués.

D'après l'opinion de quelques auteurs (2) les sucres, les colloïdes, les matières grasses, le sel, les protéines et autres substrats peuvent diminuer l'action nuisible des basses températures sur les bactéries, tandis qu'une grande humidité et un pH bas accélèrent leur destruction.

Jensen (5) confirme que les microcoques et certaines espèces de streptocoques, suspendues dans les matières grasses, supportent des températures de stérilisation beaucoup plus élevées que quand elles se trouvent dans un autre milieu.

Rogasche (cité d'après Baumgartner) communique que la résistance des microorganismes non sporogènes aux hautes températures n'est pas augmentée s'ils se trouvent dans les matières grasses. Cependant les microorganismes sporogènes sont fortement résistants aux hautes températures s'ils sont suspendus dans une matière grasse déshydratée.

Mudd S. et Mudd E. (cité d'après Jensen) affirment que le comportement des microorganismes dans les suspensions de matières grasses dépend de l'hydrophilie, c'est-à-dire de l'hydrophilie de la surface des cellules bactériennes, d'où l'existence des différences dans le comportement, à savoir que certains microorganismes sont plus résistants à l'action de la chaleur en présence d'une matière grasse, tandis que les autres ne le sont pas.

+ +
+

Partant de ces renseignements, nous avons décidé d'examiner comment les températures de +12°, +6°, 0°, -5°, -15° et -30°C agissent sur des microorganismes sélectionnés, dans des milieux différents. Nous avons sélectionné les représentants de ces groupes des bactéries qui ont de l'importance dans la production de la viande et des produits carnés, à savoir de la famille Bacillaceae - Bacillus licheniformis, de la famille Lactobacillaceae - Streptococcus faecalis, de la famille Pseudomonadaceae - Pseudomonas aeruginosa et de la famille Micrococaceae - Micrococcus aurantiacus. Des cultures de bouillon de 24 heures des microorganismes mentionnés - aux concentrations

initiales connues, avec ou sans complément de 2,5% de jus stérile de viande fraîche ou gelée - étaient mises dans des flacons stérilisés et exposées à l'action des températures indiquées. Après un temps déterminé (20, 36, 65, 90, 114, 158 et 206 heures - pour les températures au dessus de 0°C, et 2, 6, 11 et 30 jours pour les températures au dessous de 0°C), nous déterminions le nombre de bactéries par le procédé de dénombrement de colonies sur milieu solide (dans les boîtes de Petri). Nous exposions préalablement à la température de la pièce les cultures congelées (de +16° à 18°C) et immédiatement après la défrostation nous recherchions le nombre des bactéries.

I.

Dans la première série des expériences, dont les résultats sont indiqués sur le tableau 1, nous avons recherché l'influence des températures de -12°, -6° et 0°C sur les cultures de bouillon de microorganismes sélectionnés, avec ou sans complément de 2,5% de jus de viande fraîche. A la base des résultats obtenus, on peut tirer les conclusions suivantes:

1. A la température de +12°C, celui qui se propage le mieux c'est *Ps. aeruginosa*. A la température indiquée, ce microorganisme montre, après 36 heures (ce qui représente une période de latence), la phase de croissance logarithmique. Après 114 heures déjà, le nombre des bactéries a été si grand que dans les dilutions avec lesquelles nous avons travaillé (jusqu'à 10⁻¹⁶) nous n'avons pas eu la possibilité de compter les bactéries.

Str. faecalis aussi se propage assez abondamment mais en plus petit nombre que *Ps. aeruginosa*, à la température de +12°C. Du début jusqu'à 90 heures, les courbes, à cette température, montrent une période de croissance logarithmique et dans cet espace de temps le nombre des bactéries a augmenté de 10⁶ à environ 10¹²; après ce temps, la propagation est très lente (période d'arrêt).

Ps. aeruginosa et *Str. faecalis* témoignent d'une croissance plus intensive dans le bouillon auquel on a ajouté

2,5% de jus de viande.

Micr. aurantiacus, à la température de $+12^{\circ}\text{C}$, se propage très faiblement pendant les 2 premiers jours (période de latence); après 58 heures, la courbe monte brusquement (phase logarithmique), de sorte qu'au cours de 4 jours incomplets, le nombre des bactéries passe de 10^5 à 10^{10} , mais après ce temps la croissance des bactéries est plus modérée (période d'arrêt). Il faut ajouter qu'il n'y a pas de différence entre le nombre des bactéries dans le bouillon sans ou avec jus de viande.

A la même température le nombre des germes de culture de bouillon de *Bacillus licheniformis* s'accroît insensiblement seulement dans le bouillon avec jus de viande, et ceci après une période de latence relativement assez longue.

2. A la température de $+6^{\circ}\text{C}$, chez *Ps. aeruginosa*, *Str. faecalis* et *Micr. aurantiacus*, au cours de 150 heures, le nombre des germes reste presque le même (période de latence), pour commencer après ce temps à s'accroître lentement, le plus vite chez *Str. faecalis*.

Bac. licheniformis à la température de $+6^{\circ}\text{C}$, durant les recherches, ne montrait pas la croissance de germes.

3. A la température de 0°C , durant les recherches, *Str. faecalis* se maintient à la même hauteur, *Micr. aurantiacus* se propage très faiblement, tandis que chez *Ps. aeruginosa* et *Bac. licheniformis*, le nombre de germes diminue, insensiblement - il est vrai.

Dans tous les cas, à la température de $+6^{\circ}\text{C}$ et à la température de 0°C , on remarque une influence favorable du bouillon avec jus de viande.

II.

Dans la deuxième série d'expériences, dont les résultats sont représentés sur le tableau 2, nous avons examiné l'action des températures de -5° , -15° et -30°C sur des cultures de bouillon des microorganismes sélectionnés - avec ou sans complément de

2,5% de jus de viande congelée ou fraîche. Puisque nous avons obtenu des résultats presque identiques avec le jus de viande congelée et avec le jus de viande fraîche, nous présenterons ces résultats ensemble.

1. Ce qui saute immédiatement aux yeux c'est qu'à toutes les températures il existe une réduction importante des germes. Cette réduction est la plus grande à -5°C , plus petite à -15°C et la plus petite à -30°C . Parmi les microorganismes examinés le pourcentage de la destruction est le moindre chez *Str. faecalis*.

2. Chaque microorganisme examiné, quelle que soit la température, montre au début une chute rapide du nombre de germes; après, ce nombre se maintient à peu près à la même hauteur ou baisse très lentement, tandis que dans certains cas - comme c'est celui de *Str. faecalis* à une température de -30°C - il s'accroît même.

3. Les cultures de bouillon auxquels nous avons ajouté du jus de viande ont régulièrement un plus grand nombre de germes.

III.

Partant du fait que certains microorganismes, s'ils sont suspendus dans les matières grasses, supportent mieux les hautes températures, nous nous sommes fixés le but d'examiner si la graisse peut agir comme protecteur contre l'action nuisible des températures au dessous de 0°C (3^{ième} série d'expériences). Dans une quantité de 10%, nous ajoutons les cultures de bouillon de 24 heures des microorganismes cités, aux concentrations initiales connues, à des substrats suivants: 1) viande hachée, 2) viande hachée + 26% d'émulsion de suif, 3) viande hachée + 50% d'émulsion de suif et 4) émulsion de suif. L'émulsion a été faite de suif de bœuf, d'eau et du produit à base de lactoprotéine, dans une proportion de 10 : 10 : 2, et stérilisée à la température de 120°C (boîtes de fer blanc de 400 gr au cours de 120 minutes). Immédiatement après l'homogénéisation, nous avons laissé un groupe d'échantillons à la température de -5°C et l'autre à -30°C .

Nous avons déterminé le nombre de germes 2,7 et 20 jours après avoir soumis les émulsions aux 2 températures indiquées. Les résultats obtenus sont présentés sur le tableau 3.

Ces résultats montrent que chez toutes les bactéries examinées, quel que soit le substrat dans lequel elles sont inoculées, la diminution du nombre de germes est plus petite à la température de -30°C qu'à -5°C . Si *Micr. aurantiacus*, *Str. faecalis* et *Ps. aeruginosa* sont inoculés dans une émulsion pure ou dans un substrat qui contient un plus grand pourcentage d'émulsion, ils montrent un plus grand nombre de microorganismes que quand ces microorganismes se trouvent dans des substrats à un plus petit pourcentage d'émulsion ou dans la viande hachée elle-même. Ceci, n'a pas pu être constaté chez *Bac. licheniformis* qui, de plus, montre parfois un plus grand nombre de germes dans la viande que dans l'émulsion de suif ou dans les échantillons à un plus grand pourcentage d'émulsion. On pourrait chercher éventuellement l'explication de ce comportement inégal dans l'hypothèse similaire à celle qu'ont donné les auteurs (5) pour certains microorganismes chauffés dans l'émulsion.

IV.

Pour constater l'effet que produisent la congélation et la décongélation répétée sur la croissance des microorganismes - en comparaison avec une seule congélation et une seule décongélation - nous avons accompli la 4^{ème} série d'expériences (tabl.4). Nous avons effectué ces recherches avec les cultures de bouillon, avec ou sans jus de viande, à la température de -30° , au cours de 5 ainsi qu'au cours de 30 jours. Dans l'un comme dans l'autre cas, outre une seule congélation et un seul dégel (ce qui est marqué par la surface blanche et les points noirs), nous avons effectué la congélation et le dégel deux fois (indiqué par la surface blanche et les lignes obliques) et 5 fois (indiqué par la surface blanche et les lignes verticales).

On peut immédiatement conclure que la congélation répétée, avec un nombre correspondant de défrostatations, intensifie

l'action nuisible des températures au dessous de 0°C sur les microorganismes examinés. Ceci est surtout frappant chez les bacillus tandis que chez les cocci c'est un peu moins sensible - surtout chez les streptocoques.

Dans le bouillon avec jus de viande, on aperçoit un plus grand nombre de germes que dans celui sans jus de viande.

+ + +

A la base de tout ce qui est exposé, nous pouvons tirer les conclusions suivantes:

1. A la température de + 12°C *Ps. aeruginosa*, *Micr. aurantiacus* et *Str. faecalis* se propagent bien, cependant que *Bac. licheniformis* se propage très faiblement et uniquement en présence du jus de viande.

2. A la température de + 6°C *Ps. aeruginosa*, *Micr. aurantiacus* et *Str. faecalis* se propagent seulement après une longue période de latence - de 150 heures environ - tandis que *Bac. licheniformis* ne se propage pas pendant la période des recherches.

3. A la température de 0°C, seul *Micr. aurantiacus* - pendant la période des recherches - montre un léger accroissement du nombre de germes.

4. L'action des températures au dessous de 0°C est sélective. Elle est particulièrement forte sur les bacillus, mais elle existe aussi chez les cocci et agit plus fortement sur les microcoques que sur les streptocoques.

5. La diminution du nombre de germes est la plus grande à la température de -5°C.

6. En présence du jus de viande, en règle générale, l'action nuisible des basses températures sur les bactéries diminue; on n'a pas pu remarquer de différences dans le nombre de germes entre le bouillon avec jus de viande fraîche et le bouillon avec jus de viande congelée.

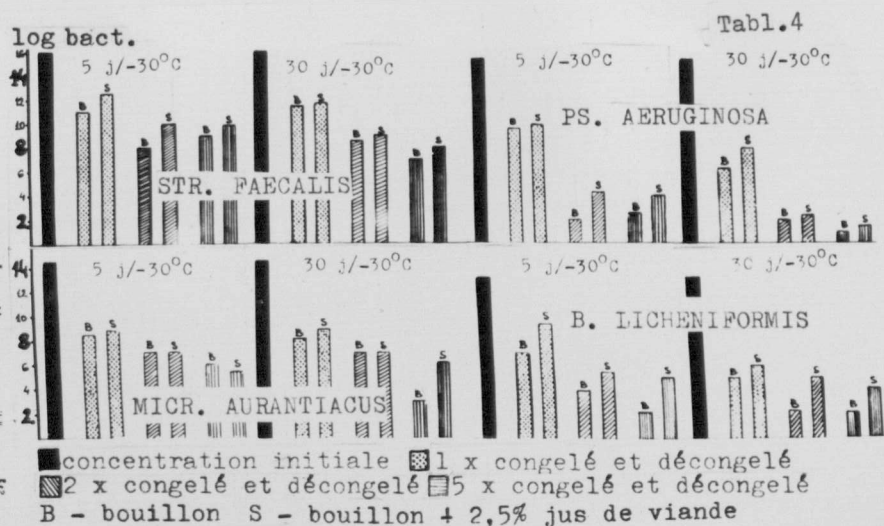
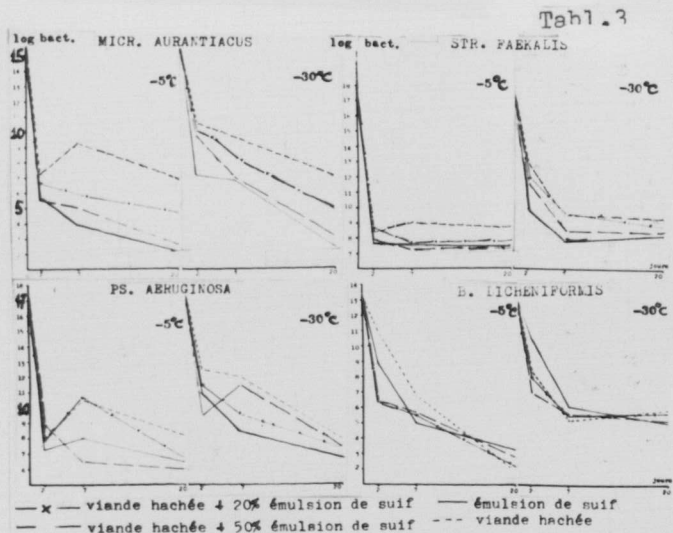
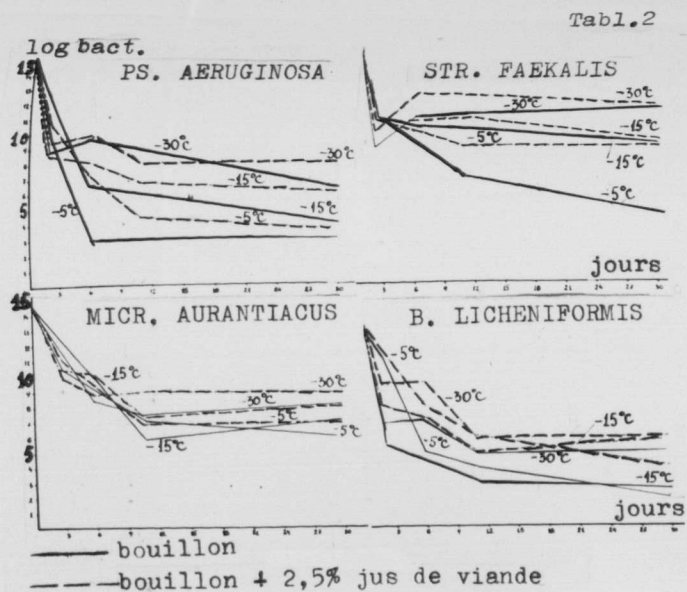
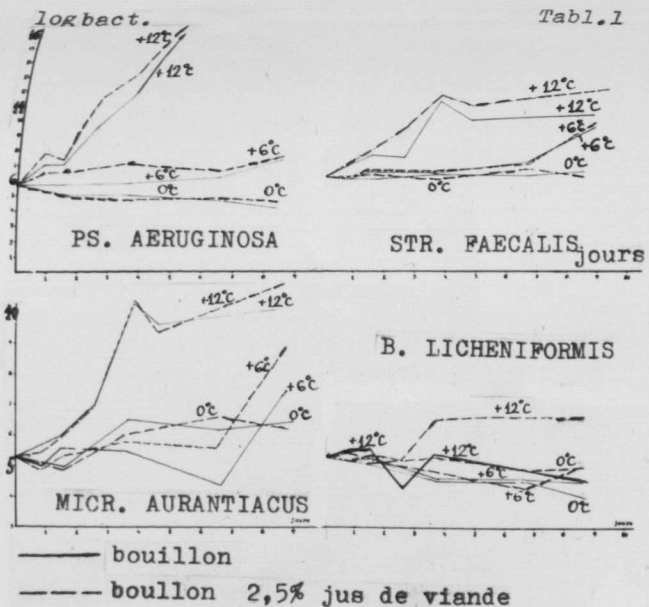
7. *Micr. aurantiacus*, *Str. faecalis* et *Ps. aeruginosa*, s'ils sont suspendus dans l'émulsion de suif ou dans les substrats à un plus grand pourcentage d'émulsion de suif, sont dans une certaine mesure protégés de l'action nuisible des basses températures - analoguement à ce qui a été constaté à de hautes températures. Cela n'a pas pu être remarqué chez *Bac. licheniformis*.

8. La congélation répétée avec un nombre correspondant de défrostations intensifie l'action négative des températures au dessous de 0°C sur les bactéries examinées.

L i t t é r a t u r e

1. Baumgartner J.G., Herson A.C.: Canned Foods, London, 1956.
2. Frazier W.C.: Food Microbiology
New York, Toronto, London, 1958.
3. Haines R.B.: The Minimum Temperatures of Growth of Some
Bacteria
J.Hyg., 1934, 34, p. 277.
4. Hegarty C.P., Weeks O.B.: Sensitivity of Escherichia coli to
Cold-Shock during the Logarithmic Growth Phase.
J. Bacteriol., 1940, 39, 475.
5. Jensen L.B.: Microbiology of Meats
Third Ed., Garrard Press, Champaign, Illinois,
1954.
6. Sherman J.M., Cameron G.M.: Lethal Environmental Factors
Within Natural Range of Growth
J. Bacteriol., 1934, 27, 341.
7. Smart H.F.: Growth and Survival of Microorganisms at Sub-
Freezing Temperatures, Science, 1935, 82, 525.
(cité dans "Biological Application of Freezing
and Drying", Ed.par Harris R.J.C.)
8. Stille B.: Arch. f. Mikrobiol. 14.4.1950.
(cité dans "Mikrobiologische Gesichtspunkte
bei der Konservierung von Fleisch durch Ein-
frieren", Kallert, 1953)
9. Tanner F.W.; Beamer P.R., Rickher C.J.: Further Studies De-
velopment of Clostridium Botulinum in Refrige-
rated Foods, Food Research, 1940, 5, 523.
(cité dans "Die Kältebehandlung schnellverder-
blicher Lebensmittel" - Tuchsneid M.W., Hanno-
ver, 1951)
10. Tanner F.W.: The Microbiology of Foods
Illinois, 1944.
11. Tuchsneid M.W.: Die Kältebehandlung schnellverderblichen
Lebensmittel
Hannover, 1951.

- Tabl. 1: Influence des températures de $+12^{\circ}$, $+6^{\circ}$ et 0°C sur des cultures de bouillon des microorganismes sélectionnés - avec ou sans complément de jus de viande.
- Tabl. 2: Influence des températures de -5° , -15° et -30°C sur des cultures de bouillon des microorganismes sélectionnés, avec ou sans complément de jus de viande.
- Tabl. 3: Influence des températures de -5°C et -30°C , sur des microorganismes sélectionnés, inoculés dans des substrats divers.
- Tabl. 4: Influence de la congélation et du dégel répétés à -30°C sur les cultures de bouillon des microorganismes sélectionnés - avec ou sans complément de jus de viande.



235