

# LE LAIT

REVUE GÉNÉRALE DES QUESTIONS LAITIÈRES

## SOMMAIRE

Mémoires originaux :		Bibliographie analytique :	
B.-J. HOLWERDA. — Recherches sur la fabrication de la présure	765	1 <sup>o</sup> Les Livres.....	797
L. PANCHAUD. — Un malentendu à propos de la formule de Fleischmann.....	777	2 <sup>o</sup> Journaux, Revues, Sociétés savantes.....	798
G. GUITTONNEAU. — Les principes d'une technique rationnelle en industrie laitière (suite).....	782	<b>Documents et Informations :</b>	
		M. BEAU. — La situation laitière.	814
		G. COLLUMBIEN. — A propos de l'amélioration du lait commercial à Rotterdam.....	817
		<b>Tables pour 1923.....</b>	<b>825</b>

## MÉMOIRES ORIGINAUX <sup>(1)</sup>

### RECHERCHES SUR LA FABRICATION DE LA PRÉSURE,

par Mlle B.-J. HOLWERDA.

(Communication de la station d'essais à Hoorn, Hollande).

On trouve quelquefois que les présures commerciales montrent une rétrogradation qu'on ne peut expliquer ni par l'influence d'une réaction alcaline, ni par l'action de moisissures ou de microbes. Voici quelques exemples empruntés à la pratique fromagère. Les présures du tableau I correspondaient à la force 1 : 12.000 au moment de l'expédition.

TABLEAU I.

N <sup>os</sup>	Jours après l'expédition	Force
3	24	1 : 8.400
5	24	1 : 9.700
7	± 17	1 : 9.200
14	49	1 : 6.700

(1) Reproduction interdite sans indication de source.

On nous a demandé la cause de cette rétrogradation, qui se manifeste en des circonstances apparemment favorables et on voulait connaître les moyens de prévenir ce mal. Les recherches suivantes ont donné la réponse à cette question.

Quand les fragments de caillettes sont mis à macérer dans les solutions de chlorure de sodium et d'acide borique, le ferment coagulant est solubilisé partiellement sous la forme de zymogène, qui n'a pas de qualités coagulantes, mais qui doit être activé. C'est pourquoi les extraits tout frais d'estomac de veaux montrent une augmentation sensible de leurs forces pendant les premiers jours : le zymogène est transformé en ferment actif. Comme on le sait, cette transformation est accélérée en élevant la température à 37-40° C., et par l'addition d'un peu d'acide, c'est-à-dire en augmentant la concentration des ions hydrogène. Nous avons cherché :

1° L'acidité réelle (en ions H) à des températures différentes d'une solution de présure, qui n'est pas encore nuisible au ferment coagulant.

2° L'influence des ions H sur la vitesse de transformation du proferment en ferment actif.

3° L'influence des ions H, dont la concentration s'est montrée convenable pour activer la zymogène, sur la stabilité de la présure pendant le séjour dans les fromageries et dans les magasins.

Les recherches de LÖRCHER (1), FULD (2) et HEDIN (3) sur l'action activante des acides, qu'on ajoute à des solutions de présure qui contiennent le zymogène, n'ont pas de valeur pour notre but parce que ces auteurs ont titré l'acidité, tandis qu'il faut savoir la contenance en ions H. Dans ce qui suit, la concentration en ions H est exprimée suivant SÖRENSEN par la valeur du logarithme  $\frac{1}{H}$ , qu'il a nommé  $P_H$ . La concentration en ions H d'une solution de présure, dont la valeur de  $P_H = 5$  est donc trouvée par l'équation :

$$5 = \log. \frac{1}{H}$$

$$\log. H = - 5$$

$$\text{Concentration en ions H} = 10^{-5} \text{ normal.}$$

La sensibilité d'une solution de ferment vis-à-vis de l'acidité réelle dépend souvent de son degré de pureté et de sa concentration ; les différentes substances, qui se mêlent au ferment lors de l'extraction peuvent exercer une action protectrice. C'est pourquoi j'ai tâché

(1) *Pflügers Archiv* 69, 141 (1898).

(2) *Ergebn. d. Physiol. Biochem.*, 1, 468 (1902).

(3) *Zeits. hr. f. Physiol. Chem.*, 72, 107 (1911).

d'opérer sur des solutions de ferment, qui sont comparables à celles qu'on emploie dans la pratique. Comme matériel de départ, je me suis servi de caillettes du commerce (de la Hollande, de la Russie, de la Pologne et de l'Autriche), qui ont été traitées pendant 24 heures à la température ambiante par une solution de chlorure de sodium à 10 % ; dans quelques cas, j'ai ajouté 2 % d'acide borique.

En 24 heures, l'équilibre entre la solution et les fragments des estomacs est établi ; ci-dessous, je reviens sur cette question. La solution est filtrée à l'aide de papier ou laine de verre. Pour obtenir des solutions stériles, on a filtré sur bougie Chamberland, qui retient une quantité considérable du ferment et des autres substances protéiques.

C'est donc possible que les extraits stériles employés avaient moins de résistance aux circonstances nuisibles que les présures commerciales.

Le dosage de la force coagulante fut exécuté suivant la méthode connue dans un thermostat à 30° C. Je n'ai cependant ajouté que 0,4 cm<sup>3</sup> de la présure à 25 cm<sup>3</sup> du lait, afin d'exclure l'influence des petites quantités d'acide ajoutées à la présure et celle du chlorure de sodium. Les valeurs de  $P_H$  ont été déterminées par la méthode potentiométrique.

Des recherches préliminaires ont montré que l'activation des solutions contenant du zymogène exigeait une durée de trois jours à la température de 25° C, pour la valeur de  $P_H = 4,70$  ; pour  $P_H = 5,30$ , un temps beaucoup plus long. Les temps de coagulation qu'on trouvait pour les présures avec un  $P_H = 4,25$  ou 3,90 se montraient irréguliers déjà après quelques heures, ce qui indique l'action nuisible des ions H.

En opérant de la manière suivante, on pouvait éclaircir les points 1 et 2, cités ci-dessus.

Des portions d'un extrait frais sont acidulées par l'acide chlorhydrique à des degrés d'acidité réelle différents ; après 24 heures, l'opération est répétée avec d'autres parties de la même solution, après 48 et 72 heures encore, deux séries sont acidulées. Après l'addition de l'acide, les tubes sont placés dans un thermostat à 25° C. La solution non acidulée fut mise de côté à 0° C, le zymogène n'étant pas activé à une aussi basse température d'une façon appréciable. En acidulant les présures, il se forme un précipité léger, qui peut être séparé par la centrifuge, puis des parties de la solution limpide sont traitées par des quantités différentes de borate de soude afin d'obtenir les concentrations en H désirées. Les opérations doivent être exécutées vite et à basse température pour éviter l'activation du proferment avant le chauffage à 25° C. Nous avons trouvé qu'à la fin de l'opération, chaque jour, les concentrations des ions H dans les tubes différents étaient les mêmes, malgré les compli-

TABLEAU II.

Activation des solutions contenant du zymogène ; température 25° C.

	Force coagulante	NUMÉROS	P <sub>H</sub>	Temps de coagulation des solutions acides après jours :				
				1	2	3	4	
10 % NaCl stérilisé.	10200	A I	5,72	206	206	196	192	
		A I	5,37	182	180	162	160	
		A I	4,86	<b>146</b>	<b>146</b>	<b>145</b>	<b>145</b>	
		A I	4,47	<b>149</b>	162	161	169	
		A I	3,78	341	398	426	431	
	— —	8200	A II	4,95	238	228	215	<b>207</b>
			A II	4,56	<b>207</b>	<b>208</b>	214	235
			A II	4,30	255	271	280	296
			A II	4,15	267	280	338	337
			A II	3,90	383	»	»	493
— —	8500	B I	4,98	290	253	<b>225</b>	<b>225</b>	
		B I	4,58	<b>224</b>	238	249	251	
		B I	4,40	231	256	261	281	
		B I	4,27	231	282	288	311	
		B I	3,96	341	»	434	500	
— —	5200	B II	5,40	497	450	442	412	
		B II	5,01	376	»	288	»	
		B II	4,86	310	<b>271</b>	<b>273</b>	<b>272</b>	
		B II	4,62	<b>271</b>	<b>274</b>	279	277	
		B II	4,37	285	295	322	323	
— —	7700	B II	4,11	313	375	405	402	
		C I	4,99	240	216	219	189	
		C I	4,66	<b>191</b>	<b>198</b>	<b>194</b>	<b>195</b>	
		C I	4,30	200	236	244	289	
		C I	4,13	231	311	339	451	
— —	6650	C I	3,79	321	464	499	600	
		C II	5,52	498	466	425	376	
		C II	5,05	380	359	319	249	
		C II	4,70	<b>225</b>	<b>228</b>	<b>225</b>	<b>226</b>	
		C II	4,32	<b>225</b>	227	234	234	
— —	6900	C II	4,09	238	255	277	282	
		D I	4,75	231	<b>212</b>	<b>214</b>	<b>211</b>	
		D I	4,53	230	220	236	235	
		D I	4,28	234	248	269	294	
		D I	4,06	260	295	327	379	
— —	5700	D I	3,90	257	359	428	451	
		D II	5,52	»	309	»	283	
		D II	4,76	227	»	<b>222</b>	<b>221</b>	
		D II	4,23	254	281	286	309	
		D II	4,00	286	315	323	444	
10 % NaCl non stérilisé	14200	D II	3,83	300	314	328	505	
		A III	5,52	179	178	170	155	
		A III	5,08	150	123	112	<b>106</b>	
		A III	4,79	<b>102</b>	<b>104</b>	<b>105</b>	<b>105</b>	
		A III	4,40	<b>105</b>	113	126	130	
		A III	4,18	144	157	183	195	
10 % NaCl + 2 % BO <sup>3</sup> H <sup>3</sup> non stérilisé	16300	A III	4,06	165	191	226	236	
		E I	5,71	155	153	144	144	
		E I	5,54	149	142	127	<b>127</b>	
		E I	5,32	133	124	105	98	
		E I	5,10	109	95	95	92	
		E I	4,89	86	<b>84</b>	<b>84</b>	<b>83</b>	
		E I	4,67	<b>81</b>	<b>82</b>	90	95	
		E I	4,49	<b>83</b>	88	98	107	

cations expérimentales. Au bout de quatre jours, on disposait donc de quatre séries de solutions de différentes acidités, qui avaient été chauffées à 25° C. pendant un, deux, trois et quatre jours. Les temps de coagulation étaient déterminés avec le même lait. L'influence du degré d'acidité et de la durée de l'action des ions H se montre très clairement dans le tableau II. Les extraits signés du même caractère ont été obtenus par la macération d'une seule partie de caillettes coupés. Les temps de coagulation sont donnés en secondes.

TABLEAU III.

Activation des solutions contenant du zymogène, à 37° C.

Extraits	FORCE	NUMÉROS	pH	Temps de coagulation après jours			
				1	2	3	4
10 % NaCl + 2 % H <sup>3</sup> B O <sup>3</sup> non stérilisé.	9750	F I	5,81	293	240	»	234
		F I	5,16	<b>125</b>	»	<b>126</b>	<b>125</b>
		F I	4,74	<b>127</b>	134	154	173
		F I	4,44	141	164	176	»
		F I	4,25	180	229	264	290
10 % NaCl + 2 % HBO <sup>3</sup> non stérilisé.	16300	E I	5,71	145	144	127	127
		E I	5,54	<b>137</b>	128	111	110
		E I	5,32	117	109	90	<b>83</b>
		E I	5,10	91	<b>83</b>	<b>84</b>	<b>82</b>
		E I	4,89	<b>81</b>	<b>81</b>	85	91
		E I	4,67	<b>82</b>	<b>82</b>	98	98
E I	4,49	92	93	123	117?		

Les chiffres des lignes horizontales montrent donc l'influence d'un degré d'acidité déterminé, qui agit pendant un, deux, trois et quatre jours ; ceux des lignes verticales permettent de constater l'influence des différents degrés d'acidité, qui agissent pendant le même temps. Comme il résulte des chiffres du tableau II, l'activation est très lente pour  $P_H > 5$ , la température étant de 25° C. ; la valeur de  $P_H = 4.70$  est au contraire très dangereuse pour le ferment. La marche de l'activation s'est montré la même, qu'il s'agisse de portions stérilisées ou non-stérilisées ; l'addition de l'acide borique et la concentration du ferment ne changent pas les valeurs données ci-dessus pour  $P_H$ .

Dans le tableau III, on voit les résultats des mêmes recherches à la température de 37° C.

Il résulte, des chiffres du tableau III, qu'en opérant à 37° C., le domaine de l'activation s'est déplacé un peu vers le côté moins acide; le ferment de l'extrait E I montre à  $P_H = 4,59$  une diminution d'activité faible à 37° C., alors qu'à 25° C l'acidité en question n'est pas nuisible. A 37° C., le domaine de l'activation est comprise entre  $P_H = 5,10$  et  $5,30$ . Dans la figure I, je donne les courbes, qui se rattachent aux portions de l'extrait E I, qui ont été soumises à l'action des différentes acidités pendant quatre jours à la température de 25° et de 37° C.

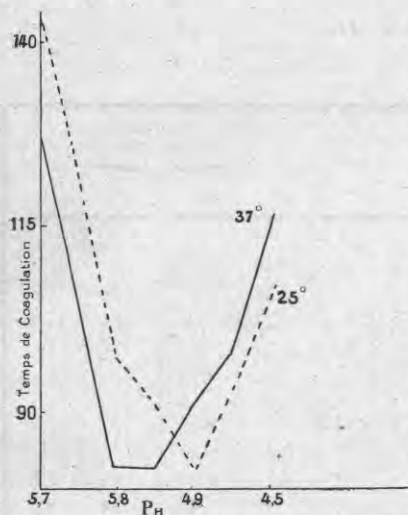


Figure I.

Il était, *a priori*, possible de trouver d'autres limites de stabilité en employant d'autres acides que l'acide chlorhydrique. Nous avons fait aussi des recherches sur les acides lactique et phosphorique. La méthode opératoire était la suivante dans ces cas. On ajoute, à des portions égales d'une solution de chlorure de sodium et d'acide borique, différentes quantités des acides sus-nommés, puis on y faisait macérer des quantités égales de caillettes séchées et finement pulvérisées avec les solutions d'acidité croissante, à 25° C, pendant quatre

jours. L'acidité d'un extrait, ne contenant que du chlorure de sodium et de l'acide borique, n'est pas suffisante dans la plupart des cas, pour activer le zymogène en quatre jours à cette température. L'activation exige l'addition d'un peu d'acide, tandis que trop de celui-ci est nuisible au ferment. Les temps de coagulation des extraits filtrés d'acidité croissante montreront donc un minimum. Le tableau IV donne quelques résultats.

Il résulte de ces chiffres, qu'on trouve dans chaque série un minimum pour le temps de coagulation. L'acidité du filtrat correspondant à ce minimum se trouve tout-à-fait en concordance avec les remarques de la page 767; elle est pour  $P_H = 5$  à 4,7. En outre, on voit, que le résultat est le même, qu'il s'agisse d'acide phosphorique ou d'acide lactique; les séries C et D sont faites à la fois, en employant des portions égales d'une même partie de caillettes. Comme on le voit, les temps minimum de coagulation sont les mêmes: 103 secondes.

On peut assez exactement déterminer avec la dernière méthode la

marche de l'activation, et elle permet de doser, en quelques jours, la contenance totale d'une partie de caillettes coupées.

TABLEAU IV.

Ccmes d'acide lactique N sur 100 d'extrait	—	1,4	2,6	3,2				
Temps de coag. du filtrat A ap. 4 jours.	74	62	75	83				
P <sub>H</sub> .....	5,30	4,95	4,64	4,55				
Ccmes d'acide lactique N sur 100 d'extrait	—	0,2	1,0	1,2	1,4	1,8	3,6	
Temps de coag. du filtrat B ap. 4 jours.	113	103	98	101	109	119	208	
P <sub>H</sub> .....	4,96	—	4,91	4,83	—	—	4,10	
Ccmes d'acide lactique N sur 100 d'extrait	—	0,4	0,8	1,6	2,4	3,2		
Temps de coag. du filtrat C après 4 jours.	179	123	103	124	209	354		
P <sub>H</sub> .....	5,25	—	4,86	4,52	—	4,10		
Ccmes H <sup>3</sup> PO <sup>4</sup> N/4 sur 100 d'extrait. . .	—	0,6	1,2	1,8	2,4	3,0	3,6	6,6
Temps de coag. du filtrat D ap. 4 jours.	201	164	144	105	103	105	118	192
P <sub>H</sub> .....	5,27	5,13	—	—	4,86	—	4,62	4,25

La troisième question, celle qui est relative à l'influence des ions H, dont la concentration s'est montrée convenable pour activer le zymogène, sur la stabilité de la présure lors du séjour dans les magasins ou les fromageries, s'étudie de la manière suivante :

Le tableau II fait voir que l'acidité, qui n'est pas dangereuse pendant les premiers deux jours, peut être nuisible à la longue (par exemple, P = 4,58. B 1). Il fallut donc déterminer la concentration des ions H des solutions de présure qui permette leur séjour pendant quelques mois sans altérer leur force. Dans ce but, les extraits stérilisés, contenant 10 0/0 de chlorure de sodium et 2 0/0 d'acide borique sont activés à P<sub>H</sub> = 4,80 (25°C.). Puis, on neutralise partiellement des portions de la solution par l'addition de différentes quantités de borate de soude. Quand on opère avec précaution le ferment n'est pas altéré. Si on employait de la potasse caustique, une petite quantité de ferment serait tuée à cause de la forte concentration localisée des ions OH, là où la potasse arrive, et qui dure un moment. Les séries des présures stériles plus ou moins neutralisées par le borate de soude ont été placées dans un thermostat (25° C.) à la mi-décembre 1921. Après des laps de temps différents, on dosa la force par rapport à celle d'une poudre de présure, ce qui permit de comparer les résultats obtenus aux divers mois. A la fin des expériences, les solutions se montraient encore stériles à l'œil nu (Voir les résultats dans le tableau V). Les temps de coagulation pour le même caractère seraient les mêmes, si le ferment restait intact.

TABLEAU V.

Stabilité à degrés d'acidité différents de présures activées (25° C).

Force originale de l'extrait	Numéro	P <sub>H</sub>	Temps de coagulation		
			3 janv. 22	10 fév. 22	17 mars 22
6400	G 1	4,80	187	206	248
	G 2	—	172	176	192
	G 3	5,37	171	169	168
	G 4	—	168	168	167
	G 5	6,06	171	170	169
4750	H 1	4,83	259	280	308
	H 2	—	240	245	294
	H 3	5,11	230	228	228
	H 4	—	231	229	228
	H 5	—	232	227	223
	H 6	—	230	227	229
	H 7	—	227	229	230
	H 8	6,18	229	229	230
5600	K 1	4,81	234	275	346
	K 2	—	211	236	225
	K 3	5,23	205	193	193
	K 4	—	193	190	191
	K 5	—	195	193	191
	K 6	—	195	196	191
	K 7	—	193	197	193
	K 8	6,38	194	197	192
8800	L 1	4,80	141	144	—
	L 2	4,98	135	131	135
	L 3	5,20	133	131	128
	L 4	—	129	130	128
	L 5	—	130	127	127
	L 6	—	131	128	127
	L 7	5,87	134	131	129

Comme on le voit, les valeurs de P<sub>H</sub>, qui causent une activation rapide du ferment, nuisent un peu à la longue. Les différents extraits ne se comportent pas tous de la même manière. L'extrait L est moins altéré avec P<sub>H</sub> = 4,80 que les autres. On peut pourtant conclure, des chiffres, que la valeur de P<sub>H</sub> des présures doit être 5,3 à 6,3, quand les caillettes sont extraites à l'aide du chlorure de sodium à 10 %.

Comme la méthode potentiométrique pour doser la concentration des ions H est assez délicate, j'ai utilisé la méthode colorimétrique pour le contrôle des acidités réelles des solutions de présure. En



employant la méthode de WALPOLE, on peut éviter la difficulté que cause la couleur brune des présures de la pratique. Cet auteur a placé quatre cuvettes, deux à deux, dont l'une se trouve au-dessus de l'autre, comme le montre la figure II.

I est remplie de 25 cm<sup>3</sup> de présure, II de 25 cm<sup>3</sup> de présure + 0,1 cm<sup>3</sup> de la solution de l'indicateur, III de 25 cm<sup>3</sup> d'un mélange d'acide acétique et de soude caustique (voir ci-dessous) + 0,1 cm<sup>3</sup> du même indicateur, IV de 25 cm<sup>3</sup> d'une solution de 10 % de chlorure de sodium. Quand on a placé une feuille de papier blanc au-dessous des cuvettes, il est clair, qu'en voyant de haut en bas à travers les liquides on observera la même couleur, pourvu que la valeur  $P_H$  soit la même pour la solution de la présure et pour celle du mélange d'acétates. En employant des solutions d'acétates de  $P_H$  connues, on peut aisément trouver le  $P_H$  de la présure. Comme on le sait, on trouve dans le commerce des comparateurs pour ce but.



Figure II.

Comme il résulte de ce qui précède, le domaine de  $P_H$  s'étend dans la fabrication de la présure de 4,7 à 6,3 et il faut donc disposer de solutions à comparer qui montrent les mêmes valeurs de  $P_H$ . C'est ce qu'on peut obtenir en mêlant l'acide acétique en diverses proportions à des solutions de soude caustique. Le tableau VI donne les valeurs de  $P_H$  des différents mélanges, qui contiennent en outre 10 % de chlorure de sodium.

TABLEAU VI.

Acidité de mélanges d'acétates et 10 % de sel de soude (25° C).

Numéro	ccmes d'acide acétique N		$P_H$
	pour 100 cc.	caustique N p. 100 cc.	
1	20	19,75	6,54
2	—	19,50	6,06
3	—	19,0	5,69
4	—	18,0	5,37
5	—	17,0	5,14
6	—	16,0	4,96
7	—	15,0	4,83
8	—	14,0	4,72
9	—	12,0	4,54
10	—	11,0	4,45
11	—	10,0	4,35
12	—	8,0	4,18

J'ai fait la preuve que la coloration de l'indicateur était la même pour une présure et un mélange d'acétates dans le cas où, par voie potentiométrique, on trouve la même valeur pour  $P_H$ . Il faut cependant remarquer que la méthode colorimétrique est moins sensible : les valeurs de  $P_H$  ne sont qu'exactes à 0,1 près, ce qui suffit néanmoins pour la pratique.

\*  
\*\*

Pour la fabrication de la présure, il sera utile de tenir compte de ce qui précède. Les points suivants sont les plus importants ;

1. La durée de l'extraction.
2. Dosage de la quantité de ferment dans les caillettes.
3. L'activation des solutions.
4. L'acidité des présures à expédier.

*Note 1.* — En macérant les caillettes dans des solutions de chlorure de sodium et d'acide borique, on voit en général que la force de l'extrait augmente régulièrement, mais je ne crois pas que cette augmentation soit causée par la solubilisation progressive du ferment, mais plutôt par l'activation lente du zymogène, qui paraît se dissoudre tout à fait en 24 heures comme on le voit par l'exemple suivant :

Une quantité de caillettes est mise à macérer dans une solution de chlorure de sodium, contenant 2 % d'acide borique, pendant 24 heures. La solution filtrée coagule le lait en 280 secondes. Une quantité égale est traitée pendant quatre jours par une solution de sel + acide borique, acidulée jusqu'à  $P_H = 4,80$ . Après filtration, la coagulation du lait se fait en 103 secondes. Le premier filtrat de la macération qui avait duré 24 heures donna, après activation, le même temps de coagulation : 104 secondes. En prolongeant l'extraction de un à quatre jours, on n'obtient donc pas un plus grand rendement. J'ai répété l'expérience en employant d'autres caillettes et le résultat fut le même. Une durée longue de la macération ne donne qu'*apparemment* un rendement plus grand ; après l'activation, la différence disparaît.

L'utilité de la connaissance des circonstances favorables pour l'activation du proferment est manifeste par l'exemple suivant : J'ai acheté dans le commerce six échantillons de présure je les ai activés à  $P_H = 4,80$  pendant quatre jours à 25° C. Les solutions non acidulées ont été gardées au même thermostat pendant le même temps. Dans le tableau VII, on peut voir que la force de quelques présures est plus grande qu'avant l'activation. On peut donc conclure que ces présures contenaient encore du zymogène. Je me suis rendu compte en même temps que la petite quantité de l'acide ajoutée aux présures ne jouait pas un rôle en ce qui concerne la diminution du temps de coagulation.

TABLEAU VII.

Renforcement de présures de commerce par activation.

Numéro	P <sub>H</sub> des échantillons	Temps de coagulation	Temps de coag. après l'activation	Accrois. de la force 0/0
1	5,42	97	94	3,1
2	5,60	103	96	6,8
3	5,52	124	119	4,0
4	5,80	135	125	7,4
5	5,71	129	124	3,9
6	6,26	108	103	4,6

Des chiffres du tableau VIII, on peut déduire qu'en macérant des caillettes par le chlorure de sodium et 2 0/0 d'acide borique, l'acidité de la solution n'est en général pas convenable pour activer rapidement le zymogène. Avec P<sub>H</sub> = 5,5 l'activation dure des mois, et par conséquent, elle doit se faire encore plus lentement avec les P<sub>H</sub> ci-dessous.

TABLEAU VIII.

Acidité réelle des extraits de caillettes.

Numéros	P <sub>H</sub>
A I	6,58
B II	5,79
C I	5,54
D I	5,57
E I	5,92

Ce tableau donne peut-être l'explication du fait qu'on trouve dans le commerce des présures, qui contiennent encore du zymogène.

\*  
\* \*

*Note II. — Le dosage de la quantité de ferment dans les caillettes. —* En macérant des quantités égales d'estomacs avec des quantités déterminées de solutions d'acidité croissante pendant quatre jours à 25° C, on trouve pour les filtrats des temps de coagulation qui montrent un minimum : à ce moment, la force de ce filtrat est maxima comme nous l'avons indiqué ci-dessus. On ne trouve plus alors de zymogène dans le filtrat, et sa force est, pour la quantité de caillettes coupées qu'on a employée, la mesure de la valeur du matériel mis en service.

Le tableau IX donne la force de trois diverses parties de caillettes, de différentes qualités. La méthode I donne les chiffres obtenus avec le temps de coagulation minimum, tel qu'il vient d'être décrit ; la méthode II est la suivante. Les caillettes coupées ont été extraites avec des portions d'une solution de sel, jusqu'à épuisement parfait. Après l'activation, on a dosé la force, qu'on a comparée à celle donnée par les chiffres trouvés avec la méthode I.

TABLEAU IX.

Dosage de la quantité de ferment dans les caillettes.

Numéros	Méthode I	Méthode II	Différence p. ‰
A	3840	4200	8,6
B	11.700	11.900	1,7
C	2.000	2.160	7,0

On pouvait s'attendre à une différence entre les résultats des deux méthodes à cause de l'adsorption, qui joue un rôle plus grand dans la méthode I, ce qui explique que les chiffres trouvés dans ce cas sont moins élevés. Le fait qu'on trouve l'adsorption relativement plus petite dans la solution concentrée B, que dans A et C, n'est pas en contradiction avec la théorie. Quand à la méthode II, l'acidité n'influence pas dans ce cas la quantité du ferment qu'on peut extraire ; si l'on emploie des solutions de différentes acidités pour macérer les caillettes, les temps de coagulation ne sont pas égaux, mais après l'activation on trouve les mêmes chiffres. On peut donc tirer les conclusions que les caillettes épuisées relativement au ferment actif ne livrent plus de zymogène, quand on va prolonger l'extraction.

La méthode I permet le dosage de la quantité totale de ferment qui peut être extraite d'une partie de caillettes, sans être obligé de déterminer la concentration des ions H ; les chiffres, qu'on trouve seront toujours quelques ‰ trop bas. Je veux pourtant remarquer qu'il y a une difficulté plus grande encore à résoudre, c'est la question : comment faire un échantillon moyen d'une partie d'estomacs. Je n'ai pas encore fait de recherches sur ce sujet.

*Note III. — L'activation des extraits.* — Pour activer les extraits en quelques jours, il les faut soumettre pendant ce temps à une acidité qui dépend de la température. On peut atteindre le but de deux manières différentes.

a) Les caillettes sont extraites en employant une solution d'une telle acidité, qu'on trouve après la macération la valeur convenable de  $P_H$ .

b) Les caillettes sont traitées par une solution de sel + acide borique, après l'addition d'un autre acide, puis on va déterminer par voie colorimétrique la quantité d'acide qu'il faut ajouter pour atteindre le taux en ions H désiré pour l'activation.

En opérant suivant la méthode a, on cherche de la manière décrite ci-dessus pour le dosage de la quantité totale de ferment dans les caillettes, la solution qui donne après quatre jours le temps de coagulation le plus court ; cette solution-ci est employée pour la macération de toute les parties d'estomacs.

Si l'on veut opérer suivant la méthode b, par exemple à 25° C, il faut aciduler l'extrait à  $P_H = 4,80$ . La couleur de l'indicateur rouge de méthyle (dans la liste de SÖRENSEN : ortho-benzolcarbonique-azo-diméthyl-aniline) doit être la même que celle du mélange n° 7 des acétates (voir tableau V). On peut trouver la quantité convenable d'acide, qui doit être ajoutée, quand on titre 25 cm<sup>3</sup> de présure avec de l'acide chlorhydrique à 3,5 ‰ jusqu'à la teinte dési-

rée, en employant une pipette divisée en  $1/50$  cm<sup>3</sup>. Il se forme par l'addition de l'acide un précipité insignifiant, qui en général, disparaît en quelques minutes. Quand le liquide continue d'être trouble, il est un peu difficile d'observer la couleur de l'indicateur. Dans ce cas, il faut filtrer à travers du gros papier avant l'observation. Se basant sur le résultat du titrage, on peut calculer la quantité d'acide nécessaire pour l'ensemble des caillettes coupées.

J'ai supposé ci-dessus qu'en macérant avec des solutions de chlorure de sodium et d'acide borique, on obtient des extraits dont le  $P_H$  est  $> 4,80$ . Dans la pratique, il arrive quelquefois, que l'acidité de ces extraits est telle, que le ferment est partiellement détérioré. En ce cas, on ne trouvera pas un minimum quand on opère suivant la méthode *a* ; le temps de coagulation sera le plus court pour la solution la moins acide, et on doit contrôler le  $P_H$  de cet extrait par voie potentiométrique ou colorimétrique. En suivant la méthode *b*, on aperçoit l'acidité trop élevée immédiatement par l'observation colorimétrique ; en ce cas, il faut ajouter prudemment une solution de borate de soude jusqu'à la couleur désirée.

*Note IV. — L'acidité des présures qui doivent attendre dans les magasins ou les fromageries.* — Ici, cette acidité n'est pas aussi étroite que celle qu'on doit employer pour l'activation du zymogène à une température déterminée. La valeur du  $P_H$  oscille entre 5,3 et 6,3. La limite du côté alcalin a été fixée déjà par Van DAM (1) à l'aide de l'acide rosolique. On peut aussi employer le bleu de bromo-thymol ; cet indicateur, ajouté à une présure non diluée, doit montrer la teinte jaune. L'autre limite, du côté acide, est affirmée avec le rouge de méthyle. Cet indicateur doit montrer une couleur, qui est moins rouge que celle du mélange d'acétates n° 4 (tableau VI). En diluant, au dixième, les présures avec de l'eau, si on y en ajoute un peu, la valeur de  $P_H$  est peut-être augmentée par quelques unités de la dernière décimale. Il est donc recommandable de ne pas diluer avant l'épreuve colorimétrique, quand on examine le côté acide.

Les principes rapportés ci-dessus ont été appliqués dans une fabrique de présure en Hollande. On a trouvé que les manipulations à suivre sont simples et qu'il est possible de raccourcir notablement le processus de la fabrication, ce qui a comme conséquence une augmentation de la capacité utile de l'usine.

## UN MALENTENDU A PROPOS DE LA FORMULE DE FLEISCHMANN,

par L. PANCHAUD,

Docteur ès-Sciences,

Chimiste au Laboratoire Cantonal d'Analyses de Genève.

Presque tous les traités sur l'analyse du lait ou des denrées alimentaires mentionnent la formule de FLEISCHMANN :

$$(1) \quad E = 1,2 \times G + 2,665 \times 100 \left( \frac{D-1}{D} \right)$$

(1) *Revue générale du Lait*, VII, 514, (1909).