

Présures et coagulants de substitution

Comment faire le bon choix ?

Jean-Claude Collin, coord.



Sommaire

Introduction	7
Chapitre 1. Les préparations coagulantes utilisées en fromagerie	11
Une longue histoire... de la présure aux fromages.....	11
Les différentes préparations enzymatiques coagulantes (procédés d'obtention et formes d'utilisation).....	17
La présure, définition et caractéristiques	17
Les procédés d'obtention de la présure.....	20
Évolution d'une profession	31
Choix et traitements des caillettes.....	34
Généralités	34
Mode de préparation des caillettes.....	36
Conclusion.....	37
Composition des présures.....	40
Teneur en protéases coagulantes	40
Composition des « supports ».....	43
Flores associées aux présures traditionnelles et présures en pâte.....	48
Incidence de la présure sur les rendements : aide aux calculs.....	49
Les substituts de la présure	54
Chapitre 2. Les protéases abomasales	61
Introduction.....	61
Généralités sur les protéases abomasales.....	62
Les protéases abomasales bovines : synthèse et sécrétion.....	64
Structure, organisation et expression des gènes spécifiant les aspartyle protéases abomasales bovines.....	67
Comparaison interspécifiques.....	69

Activation et hétérogénéité	70
Caractéristiques fonctionnelles : spécificité et efficacité catalytique	71
Conclusions	76
Chapitre 3. La chymosine produite par fermentation.....	77
Introduction.....	77
Les différents types de chymosines produites par fermentation	78
Construction d'un hôte microbien pour la production de chymosine.....	80
Construction d'un clone de production.....	80
Recherche d'un hôte de production.....	80
Mise en place des systèmes d'expression	81
Fabrication des produits à base de FPC présents sur le marché	83
Une chymosine de nouvelle génération	83
La FPC produite à partir d' <i>Escherichia coli</i>	84
La FPC produite à partir de levure <i>Kluyveromyces lactis</i>	86
La FPC produite à partir du champignon <i>Aspergillus niger</i>	87
La FPC produite à partir d'autres hôtes.....	89
Formation, contrôle qualité, sécurité sanitaire et approbation.....	89
Propriétés de la FPC.....	90
Des propriétés fonctionnelles	90
Des propriétés fromagères exceptionnelles	91
Un coagulant de grande pureté.....	92
Un lactosérum valorisable.....	93
Des fromages répondant aux attentes de certains consommateurs.....	95
Une nouvelle génération de FPC : CHY-MAX® M.....	96
Le marché mondial des coagulants	97
Développement de la demande de chymosine produite par fermentation	97
Les tendances de 1998 à 2008	100
L'avenir de la chymosine produite par fermentation.....	101
Chapitre 4. Description, choix des préparations enzymatiques coagulantes et éléments de maîtrise	103
Introduction.....	103
La coagulation enzymatique du lait	103
Physicochimie de la coagulation	103

La coagulation enzymatique des laits : dynamique et formation du gel présure.....	107
Éléments pour le contrôle et la qualification de la coagulation	
« présure » des laits	110
Facteurs agissant sur la coagulation enzymatique des laits	113
Analyse fonctionnelle comparée des différentes préparations enzymatiques coagulantes.....	126
Fonctionnalités dans un <i>process fromager</i> des différentes composantes d'une préparation enzymatique coagulante.....	126
Égouttage-acidification et préparations enzymatiques coagulantes.....	126
Rendements et préparations coagulantes.....	127
Affinage et préparations coagulantes	128
Optimisation pratique de la coagulation des laits de fromagerie.....	132
Choix d'une préparation coagulante.....	132
Préparation du lait et correctifs à utiliser pour obtenir une coagulation convenable et régulière dans le temps.....	136
Modalités pratiques à respecter lors d'un changement de coagulant.....	141
Chapitre 5. Analyse, contrôle et traçabilité des présures.....	143
Analyse de l'activité enzymatique des présures	143
La force d'une présure (l'unité Soxhlet)	143
Variation de l'aptitude des laits frais à coaguler en fonction de leur lieu de production	144
Variation de l'aptitude des laits frais à coaguler en fonction des saisons.....	145
Utilisation et préparation du substrat de Berridge.....	145
Relation entre la force Soxhlet et le temps de coagulation avec le substrat de Berridge.....	146
Détermination de la force moyenne des présures vendues sur la marché européen.....	148
La séparation chromatographique des présures	148
Expressions de l'activité enzymatique des présures	150
Détermination du pourcentage d'activité chymosine/pepsine bovine d'une présure.....	151
Analyse quantitative des présures.....	153
Analyse qualitative des préparations coagulantes.....	156
Identification des chymosines produites par génie génétique	159
Principe de l'analyse	159
Préparations des antigènes	160
Production d'anticorps polyclonaux	160

Techniques Elisa d'identification	161
Conclusion.....	164
Analyse des enzymes coagulantes résiduelles dans les fromages.....	165
Principales difficultés techniques	165
Extraction des enzymes coagulantes.....	166
Détermination de l'activité résiduelle des enzymes coagulantes.....	167
Discussion et conclusion	170
Conclusion générale	170
Bilan et perspectives	173
Liste des sigles et abréviations	177
Bibliographie	178
Liste des auteurs	192

La fabrication d'un fromage commence toujours par la coagulation du lait à l'aide d'une préparation enzymatique coagulante. Historiquement, la plus utilisée était la présure, essentiellement extraite de la caillette du veau.

L'essor de l'industrie fromagère à travers le monde a conduit à l'apparition de divers substituts, ce qui a nécessité le développement de méthodes d'analyse pour une meilleure caractérisation de leur composition enzymatique ainsi qu'à la mise en place d'une législation adaptée.

Depuis une vingtaine d'années, la chymosine, principe actif majoritaire de la présure, est produite à partir de micro-organismes génétiquement modifiés. Cette enzyme recombinante, parfaitement caractérisée, remplace de plus en plus la présure dans certaines fromageries. Toutefois, la recherche de singularité et d'authenticité des produits incite aujourd'hui à préserver des savoir-faire ancestraux et à s'interroger sur la fonction des différents composants de la présure.

Les auteurs de l'ouvrage posent ainsi les questions qui intéresseront tous les acteurs de la filière lait : quels sont les effets de l'enzyme de la coagulation du lait sur la qualité des fromages et qu'en pense la profession en France ? Quels sont les modes de production et les critères d'utilisation en fromagerie ? Qu'en disent les analyses officielles et la réglementation française ? Existe-t-il une traçabilité des préparations coagulantes ?

L'ouvrage intéressera entre autres, les industriels de la production des enzymes de la coagulation du lait, les fromagers, les écoles spécialisées et les services administratifs gérant la traçabilité et l'étiquetage des produits.

Jean-Claude Collin, a d'abord été ingénieur de recherches à l'Inra de Poligny avant d'y diriger un laboratoire de biochimie. Il a travaillé avec la Direction de la commission et de la répression des fraudes et le Syndicat français des fabricants de présures en proposant de nouvelles méthodes d'analyse des présures, devenues méthodes officielles.

Tout au long de sa carrière, il a participé à de nombreux travaux sur les méthodes de détermination des enzymes coagulantes dans différentes commissions, aussi bien en France qu'à l'étranger...

En couverture : © Patrick Granday. Photo principale : composition de fromages ; de haut en bas : soins en cave sur des fromages de beaufort ; caillettes de veaux en cours de séchage ; emprésurage d'une cuve de lait.

35 €

ISBN : 978-2-7592-2373-2



9 782759 223732

ISSN : 1952-1251

Réf. : 02499



éditions
Quæ

Éditions Cirad, Ifremer, Inra, Irstea
www.quae.com