



Les expérimentations déjà réalisées pour incorporer des ferments au sein des productions de magrets ont été à l'origine de défauts organoleptiques liés à une acidification excessive. Les ferments utilisés sont composés de différents mélanges de bactéries lactiques et de staphylocoques, et possèdent des caractéristiques spécifiques distinctes (vitesse d'acidification, incidence sur l'évolution de la couleur et la texture, action anti-Listeria, etc.).

À ce jour, il n'existe pas de ferment adapté à la matrice magret. Les mélanges de ferments existants ont été sélectionnés pour la matrice porc, afin de répondre aux exigences sanitaires et technologiques de cette filière (produits de salaison). L'étude menée consiste à recenser les différents fournisseurs de ferments et leurs gammes de produits en observant leurs spécificités, à sélectionner quatre ferments répondant aux contraintes des procédés de fabrication de magrets envisagés et à évaluer l'impact de ces quatre ferments lors de fabrications de magrets séchés et fumés/séchés en termes de réponses physico-chimiques, microbiologiques et organoleptiques des produits finis.

Gestion de la qualité des magrets

ÉVALUATION DE L'IMPACT DES FERMENTS LORS DE LA FABRICATION DES MAGRETS SÉCHÉS ET FUMÉS/SÉCHÉS

Les industriels de la filière « Magrets » souhaitent disposer, à l'instar des producteurs de la filière porc, de ferments adaptés à leurs matrices afin de les aider à maîtriser la qualité sanitaire de leurs produits. Les équipes du CTCPA ont évalué l'impact de différents ferments lactiques et staphylococciques sur la qualité de magrets séchés et fumés/séchés.

Science et technique

LUCAN A.
CTCPA
Département Technologie
11 rue Marcel Luquet
32000 AUCH



MATÉRIEL ET MÉTHODES

Figure 1
QUATRE PROCÉDÉS DE FABRICATION TESTÉS

Quatre procédés de fabrication

Deux procédés de fumage/séchage et deux procédés de séchage sont testés (figure 1) :

- un procédé type « industriel », restituant les procédés « significatifs » réalisés à des températures élevées correspondant à un procédé court ;
- un procédé type « adapté » mis au point en tenant compte des contraintes industrielles et favorisant le développement des ferments (couples temps/températures optimaux par rapport aux préconisations fournisseurs et correspondant aux procédés utilisés en salaison).

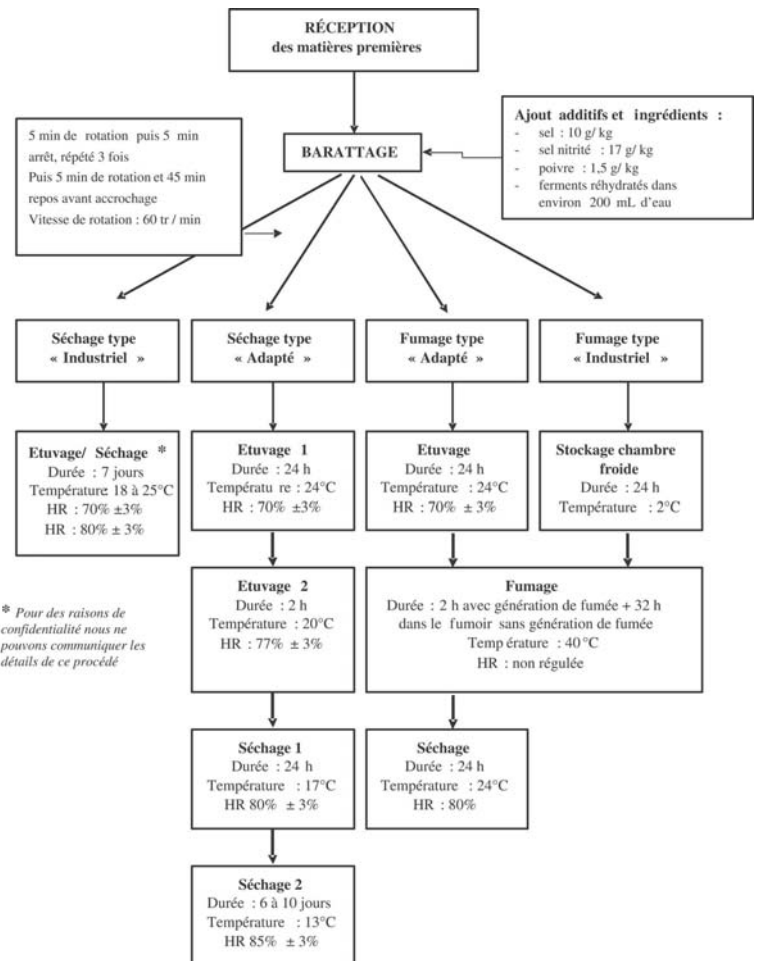
Cinq ferments

Cinq fabrications distinctes ont été réalisées séparément : une fabrication témoin sans ferment et quatre fabrications avec les ferments présentés dans le tableau 1. Les quatre ferments sont sélectionnés en tenant compte de leur composition microbienne, leurs spécificités d'action ou d'emploi, et la fonctionnalité visée : la limitation de la perception sensorielle acide et l'aptitude à une implantation massive permettant une bonne efficacité de lutte contre les micro-organismes pathogènes.

Analyses

Cinq échantillons sont prélevés pour chaque analyse (n = 5). Les différents prélèvements ont été effectués pour chaque procédé, avant barattage (matière première), après barattage et en fin de fabrication (fumage ou séchage).

Les analyses physico-chimiques sont effectuées sur un même magret. Les analyses microbiologiques sont réalisées sur les magrets prélevés entiers afin d'éviter les risques de contamination associés à la manipulation.



* Pour des raisons de confidentialité nous ne pouvons communiquer les détails de ce procédé

Tableau 1
FERMENTS UTILISÉS

Ferment	Composition	Caractéristiques spécifiques
A	<i>Staphylococcus carnosus</i> (40 %) et <i>xylosus</i> (40 %), <i>Lactobacillus sakei</i> (20 %)	- thermotolérant (développement entre 10 et 35 °C = proche température de fumage et séchage) - forte proportion de staphylocoques pour favoriser la compétition microbienne - proportion de lactobacilles non négligeable : acidification et action bactéricide avérée contre <i>S. aureus</i> , <i>L. monocytogenes</i> , <i>Salmonella typhimurium</i> et <i>enteridis</i>
B	<i>Staphylococcus xylosus</i> , <i>Lactococcus lactis</i> , <i>Lactobacillus plantarum</i>	- staphylocoques pour favoriser la compétition microbienne - <i>Lactococcus lactis</i> agit en tant que culture de protection spécifique par exclusion compétitive - <i>Lactobacillus plantarum</i> inhibe la croissance des <i>Listeria</i> . + ne nécessite pas l'ajout de sucre et a une bonne action sur muscle entier
C	<i>Pediococcus acidilactici</i>	- test d'une souche autre que lactobacille ou lactocoque - bioprotecteur vis-à-vis de <i>L. monocytogenes</i> par production de pediocine à des températures inférieures à 26 °C - favorise une bonne acidification - thermotolérant : développement à des températures proches de 43 °C donc proches du fumage.
D	<i>Lactobacillus sakei</i> (40 %), <i>Pediococcus acidilactici</i> (40 %), <i>Staphylococcus xylosus</i> (20 %).	- mélange d'un <i>Pediococcus</i> et d'un <i>Lactobacillus</i> qui permet une acidification tout au long du process, - son adaptabilité aux salaisons cuites avec sa bonne résistance dans la saumure pendant au moins 12 h de 0 et 8 °C, son absence d'acidification aux températures de barattage et de repos et sa résistance au fumage - staphylocoques pour favoriser la compétition microbienne



Tableau 2
ANALYSES RÉALISÉES

Analyse	Matériel	Méthode
Couleur : L*, a*, b*	Chromamètre Minolta CR 300	Apposition de l'extrémité de la sonde sur la viande en surface et à cœur de la partie viande
pH de la viande et du gras et pH interne de la viande	pHmètre portatif	- pH interne de la viande : par introduction directe de la sonde à cœur de la viande sans passer par la partie superficielle
		- pH global de la viande : selon la norme NF V04-408 pour la viande globale
		- pH global du gras : broyage dans un tampon iodoactétate 5 mM avant la prise de pH
Teneur en acide lactique de la viande	Méthode enzymatique de Bergmeyer (1974)	Homogénéisation de la viande dans un tampon 0,5 M d'acide perchlorique Dosage du lactate dans le surnageant d'après la méthode de Bergmeyer (1974)
Aw	Awmètre Rotronic de Hygrolab	Méthode mise au point par le CTCPA pour la viande
Flore lactique	Milieu MRS 72H à 30 °C	Dénombrement sur magret entier
Staphylocoques à coagulase négative	Milieu PCA salé à 6,5 g de sel/kg à 30 °C à 5 jours	Dénombrement sur magrets entiers inoculés en ferment comportant des staphylocoques non pathogènes
Staphylocoques à coagulase positive		NF V08-57-2
Salmonelles		NF V04-421 ELISA validée Afnor
<i>Listeria monocytogenes</i>		Listeria rapid test validé Afnor
Analyse sensorielle	Jury d'experts formés sur le magret de canard	Utilisation du guide pratique réalisé par le CTCPA - analyse statistique : analyse de variance

RÉSULTATS

Résultats obtenus par tous les procédés

Les résultats obtenus lors de la mesure de l'Aw des magrets en fin de procédé ont permis de valider que les fabrications sont répétables et permettent d'obtenir des produits finis aux caractéristiques chimiques proches des produits industriels. Les suivis des composantes L, a* et b* de la couleur ont montré que les ferments n'engendraient pas de modifications significatives de la couleur. Les seules évolutions perceptibles sont liées aux paramètres du procédé.

Les suivis de la flore pathogène (*Listeria monocytogenes*, salmonelles et staphylocoques à coagulase positive) n'ont montré aucune contamination significative. Ces résultats n'ont pas permis de mettre en avant le rôle bioprotecteur des ferments utilisés envers ces flores, néanmoins ces résultats ont permis de sélectionner les magrets pour l'analyse sensorielle.

Les résultats spécifiques du procédé de fumage

Les résultats obtenus en termes d'évolution des pH de la viande et du gras, de teneur en acide lactique et de développement microbiologique lors des procédés de barattage et de fumage sont présentés dans le tableau 3.

Ferment D : ferment le plus performant pour faire baisser le pH

Les évolutions des pH de la viande et du gras varient selon le type de ferment utilisé et le procédé réalisé. On observe cependant deux tendances :
- la phase de séchage supplémentaire réalisée en fin de fumage tend à accentuer la réduction du pH final,
- le ferment C (*Pediococcus acidilactici*) et surtout le ferment D (*Pediococcus acidilactici* et *Lactobacillus sakei*) engendrent une baisse de pH significative au cours des procédés de fumage, en particulier le procédé de fumage adapté, sans risque de générer de goût acide

excessif puisque les pH finaux restent supérieurs à 5,2.

La quantité d'acide lactique présente sur la partie viande est quasiment identique quels que soient les essais réalisés avec et sans les ferments. Ces résultats tendent à être corrélés avec les évolutions des pH. Ce sont les ferments C et D qui tendent à produire le plus d'acide lactique. Pour ces ferments (et le témoin), cette production d'acide est favorisée en cours de fumage de type adapté présentant une phase de séchage supplémentaire.

Évolutions microbiologiques

Les matières premières utilisées présentent une flore lactique naturelle significative de l'ordre de 4 ± 1 log.

Lors des essais avec les ferments, le dénombrement en fin de barattage permet d'observer le taux d'inoculation; il est compris entre 5 et 7 log. En revanche, le comportement des flores lactiques en phase de fumage

Tableau 3
ÉVALUATIONS DES CARACTÉRISTIQUES PHYSICO-CHIMIQUES ET MICROBIOLOGIQUES
DES MAGRETS AU COURS DES PROCÉDÉS DE SÉCHAGE

NR : non réalisé

Procédé	Ferment	Physico-chimie			Microbiologie (ferments)	
		pH viande	pH gras	Teneur en acide lactique	Flore lactique	Flore staphylococcique
				(mg/g)		
SÉCHAGE						
Matière première	Témoïn	5,81	6,18	NR	4,87	NR
	A	5,76	5,78	NR	4,35	4,63
	B	5,56	6,06	NR	3,55	2,82
	C	5,51	5,93	NR	5,09	NR
	D	5,62	6,03	NR	5,02	2,45
Fin barattage	Témoïn	5,79	6,28	NR	4,07	NR
	A	5,70	6,09	NR	5,72	6,12
	B	5,59	6,02	NR	5,40	6,33
	C	5,58	6,04	NR	7,24	NR
	D	5,68	6,02	NR	6,72	6,23
Séchage industriel	Témoïn	5,80	6,12	6,59	6,09	NR
	A	5,45	5,73	5,24	7,76	8,15
	B	5,70	5,79	6,19	7,38	9,16
	C	5,57	5,99	8,42	7,36	NR
	D	5,58	6,22	4,73	7,08	8,26
Séchage adapté	Témoïn	5,85	6,21	3,47	5,53	NR
	A	NR	NR	NR	NR	NR
	B	5,66	5,94	3,93	6,43	9,04
	C	5,49	5,64	7,51	7,21	NR
	D	5,71	5,92	3,96	7,64	8,85
Matière première	Témoïn	5,80	6,09	NR	4,67	NR
	A	5,76	5,78	NR	4,35	4,63
	B	5,56	6,06	NR	3,55	2,82
	C	5,51	5,93	NR	5,09	NR
	D	5,62	6,03	NR	5,02	2,45

est très différent selon le type de ferment et le procédé considéré.

Les souches lactiques du ferment D (*Lactobacillus sakei* et *Pediococcus acidilactici*) se révèlent les plus adaptées aux procédés de fumage. La comparaison avec les ferments C (uniquement *Pediococcus acidilactici*) et A (uniquement *Lactobacillus sakei*), met en évidence l'efficacité de la combinaison de ces souches pour leur développement sur la matrice magret, la production d'acide lactique et la baisse du pH.

En comparant les évolutions au cours des deux phases de fumage/séchage testées, il apparaît que le fumage a un effet essentiellement bactériostatique sur la flore lactique des ferments A et B qui sont alors capables de reprendre leur croissance en phase de séchage post-fumage (procédé de type adapté). La réalisation d'une phase de

séchage post-fumage peut s'avérer intéressante pour « relancer » la croissance de la flore lactique et garantir la qualité microbiologique au cours de l'entreposage.

On observe que la matière première contient naturellement des staphylocoques à coagulase négative, à des niveaux très variables allant de 2,5 à 4,5 log. L'ajout de ferments permet d'atteindre des niveaux de l'ordre de 6 log en staphylocoques non pathogènes en phase de barattage.

Le *Staphylococcus xylosus* du ferment D et les *Staphylococcus xylosus* et *carneus* du ferment A semblent les mieux adaptés aux conditions de fumage.

Contrairement au cas des flores lactiques, l'effet bénéfique de la phase de séchage post-fumage est beaucoup moins visible, voire inexistante sur les souches staphylococciques.

Les ferments n'influencent pas les qualités sensorielles des magrets en phase de fumage

Les différences significatives entre les magrets sont liées aux paramètres de fumage/séchage. Ainsi les produits dégustés diffèrent par :

- leur texture sèche et leur intensité de croûtage pour les magrets fabriqués avec le ferment A et C et issus d'un fumage de type adapté, et les magrets fumés de type industriel quel que soit le ferment considéré ;
- la couleur rouge et l'intensité de goût fumé pour les magrets fumés de type industriel ;
- l'odeur de fumée pour les magrets fabriqués avec le ferment A et C et issus d'un fumage de type adapté.

Les caractéristiques intrinsèques des magrets ont été jugées différentes :

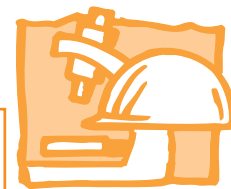


Tableau 4
ÉVALUATIONS DES CARACTÉRISTIQUES PHYSICO-CHIMIQUES ET MICROBIOLOGIQUES
DES MAGRETS AU COURS DES PROCÉDÉS DE FUMAGE

NR : non réalisé

Procédé	Ferment	Physico-chimie			Microbiologie (ferments)	
		pH viande	pH gras	Teneur en acide lactique	Flore lactique (log ufc/g)	Flore staphylococcique (log ufc/g)
				(mg/g)		
FUMAGE						
Fin baratage	Témoin	5,74	6,14	NR	4,46	NR
	A	5,70	6,09	NR	5,72	6,12
	B	5,59	6,02	NR	5,40	6,31
	C	5,58	6,04	NR	7,24	NR
	D	5,68	6,02	NR	6,72	6,23
Fumage industriel	Témoin	5,66	5,89	5,77	5,50	NR
	A	5,59	5,87	6,98	5,18	6,30
	B	5,74	5,76	6,57	4,18	4,98
	C	5,32	6,21	7,35	6,52	NR
	D	5,40	5,72	6,97	7,90	7,06
Fumage adapté	Témoin	5,73	6,01	6,24	5,76	NR
	A	5,64	5,54	6,30	6,11	6,77
	B	5,78	5,87	6,08	6,11	6,14
	C	5,36	5,63	7,83	7,10	NR
	D	5,17	5,68	7,66	7,93	6,30

- entre les magrets fabriqués avec le ferment A et C et issus d'un fumage de type adapté pour le persillé et la texture pâteuse ;
- entre les magrets fumés de type industriel pour le pourcentage gras/maigre.

Enfin, quelques critères tels que la saveur salée et la persistance du goût ont été discriminants entre les magrets fabriqués avec le ferment A et C et issus d'un fumage de type adapté.

Les évaluations sensorielles ne permettent donc pas de conclure sur une relation entre les ferments et les caractéristiques organoleptiques des magrets de canard ; aucun défaut lié à une acidification excessive n'a été décelé.

Les résultats spécifiques du procédé de séchage (voir tableau 4)

Évolutions physico-chimiques

En comparant les pH obtenus sur les parties viande et gras lors des différentes phases de séchage, les ferments A et C apparaissent comme les plus adaptés pour générer une baisse significative de pH global.

Contrairement aux essais de fumage, les teneurs en acide lactique sont très variables selon le type de procédé et le ferment utilisés. De plus, elles sont toutes inférieures aux teneurs relevées au cours des procédés de fumage hormis pour l'essai avec le ferment C, pour lequel une concentration de 8,5 mg/g a été mesurée lors du séchage de type industriel. Quel que soit l'essai réalisé, c'est le séchage de type industriel qui permet d'obtenir une plus forte concentration en acide lactique. Il n'apparaît donc pas de corrélation systématique entre l'évolution du pH et la production d'acide lactique. On note que la flore lactique naturelle des magrets de canard peut induire des concentrations en acide lactique élevées de l'ordre de 6,5 mg/g lors d'un procédé de séchage de type industriel.

Évolutions microbiologiques

Les procédés de séchage favorisent la croissance des souches fermentaires, contrairement aux procédés de fumage/séchage ; cette évolution est d'autant plus visible dans le cas du séchage de type industriel et dans le cas des flores lactiques. L'observation de ces résultats et de ceux obtenus lors des mesures de pH et de concentration en acide lactique,

montrent que le *Lactobacillus sakei* du ferment A permet d'obtenir le meilleur compromis lors du séchage : une croissance significative, une production d'acide lactique importante, des diminutions du pH de la viande et du gras significatives. Ces observations sont valables principalement dans le cas d'un séchage de type industriel (température de procédés de l'ordre de 20 °C).

Des différences sensorielles induites par un séchage long

Comme pour les magrets fumés/séchés, aucune différence significative n'a été décelée lors des process de séchage de type industriel excepté au niveau des critères couleur du maigre et quantité de persillé ; ces critères sont liés respectivement aux paramètres de séchage et aux caractéristiques intrinsèques de la matière première.

Les résultats obtenus avec les magrets issus du séchage de type adapté sont différents. Les magrets diffèrent par leur couleur du gras et du maigre comme dans le cas du séchage de type industriel (caractéristiques intrinsèques et liées aux paramètres de séchage), et surtout par la présence d'autres odeurs. Les magrets témoins

issus d'un séchage de type adapté n'ont pas été jugés comme ayant d'odeur particulière alors que les magrets fabriqués avec les ferments B et D ont été jugés comme ayant une odeur aigre. Concernant les magrets fabriqués avec les ferments C, une faible proportion de dégustateurs a détecté une odeur aigre. Cette odeur aigre ne se retrouve pas au niveau du goût : une très faible proportion de jurés a détecté un goût aigre/acide dans les magrets issus d'un séchage de type adapté et fabriqués avec les ferments B, C et D, et toujours de faible intensité.

Les ferments B, D et C peuvent donc être à l'origine de l'apparition d'un défaut d'odeur (voire de goût) aigre lors d'un séchage de longue durée.

CONCLUSIONS ET PERSPECTIVES

Aucune différence significative n'est observée sur les réponses couleur et Aw concernant l'ensemble des essais. Ces résultats permettent de comparer les effets des ferments lors des différents essais réalisés.

Les faibles contaminations en micro-organismes pathogènes rencontrées lors de ces essais ne permettent pas de conclure quant à l'efficacité de ces ferments en tant que flore bioprotectrice.

Les essais fumage/séchage

Les évolutions du pH des viandes sont distinctes quel que soit le type de fumage réalisé : les ferments C (*Pediococcus acidilactici*) et D (*Pediococcus acidilactici* et *Lactobacillus sakei*) engendrent la plus forte chute de pH en phase de fumage. Et cette tendance est d'autant plus importante lors de la réalisation d'une phase de séchage supplémentaire post-fumage, qui tend à favoriser la croissance des flores lactiques.

Les résultats sont confirmés par la teneur en acide lactique mesurée dans les viandes lors de ces deux essais qui sont les plus importantes avec les ferments C et D. Néanmoins, les flores lactiques du ferment D se révèlent les plus aptes à croître quel que soit le type de fumage réalisé. La combinaison du *Pediococcus acidilactici* et du *Lactobacillus sakei* semble donc être le meilleur compromis pour les processus de fumage.

Parallèlement, les *Staphylococcus xylosus* du ferment D supportent également le mieux la phase de fumage. Le mélange du *Pediococcus acidilactici* et du *Lactobacillus sakei* semble expliquer cette performance. Il apparaît que le mélange *Staphylococcus xylosus* et *carosus* du ferment A est aussi adapté au procédé fumage/séchage. La combinaison de souches spécifiques fermentaires semble donc faciliter leur implantation et leur croissance en phase de fumage/séchage.

Les essais séchage

Aucune corrélation systématique n'a pu être mise en évidence entre la croissance d'une souche, l'évolution du pH des magrets et la production d'acide lactique.

Les résultats des dénombrements des flores utiles, et l'évolution du pH et de la teneur en acide lactique, montrent que *Lactobacillus sakei* du ferment A, *Pediococcus acidilactici* du ferment C, et *Staphylococcus xylosus* du ferment B sont les plus aptes à s'implanter lors de procédés de séchage. Néanmoins les résultats des analyses sensorielles tendent à limiter la préconisation de l'utilisation de *Pediococcus acidilactici* lors de procédés longs pour éviter les apparitions d'odeur indésirable ou de goût aigre.

Les micro-organismes proposés sur le marché semblent adaptés aux conditions de séchage, et dans une moindre mesure aux conditions de fumage/séchage. Et les souches lactiques naturellement présentes sur les magrets sont efficaces en terme d'implantation et d'acidification, voire plus efficaces que certaines souches fermentaires lors des phases de séchage.

Les résultats obtenus lors de cette étude montrent que les souches fermentaires disponibles actuellement sur le marché lors de procédés de fumage/séchage et de séchage s'implantent et se développent plus difficilement lors des phases de fumage/séchage que dans les phases de séchage.

La poursuite de l'étude consistera à valider l'action bioprotectrice des ferments sélectionnés envers *Listeria monocytogenes*, les salmonelles et staphylocoques à coagulase positive. Ces ferments seront sélectionnés pour une meilleure spécification vis-à-vis des procédés de séchage ; il s'agira de réaliser des challenges-tests afin de sélectionner les ferments les plus efficaces pour la fabrication de magrets séchés.

La partie de l'étude concernant le procédé de séchage/fumage permettra de sélectionner des souches naturellement présentes sur les magrets. Ces souches devront être capables de s'implanter et de se développer spécifiquement en phase de fumage/séchage pour garantir la réalisation d'une compétition microbienne efficace. Ces souches sélectionnées pourront être associées aux souches des ferments testés au cours de cette étude afin de réaliser les actions combinées de chute de pH, de production d'acide lactique et de compétition microbienne.