EFEITO DO CLORETO DE CÁLCIO E DE DIFERENTES CONCENTRAÇÕES DE CULTURA PRIMÁRIA NA COMPOSIÇÃO FÍSICO-QUÍMICA DE QUEIJOS MATURADOS COM MOFO BRANCO

Amanda Carneiro Fitztum (PROVIC), Priscila Judacewski (Co-orientadora), Alessandro Nogueira (Orientador), e-mail: alessandronog@yahoo.com.br

Universidade Estadual de Ponta Grossa/Departamento de Engenharia de Alimentos.

Ciência e Tecnologia de Alimentos/ Tecnologia de Fermentações.

Palavras-Chave: *Penicillium candidum*, textura, maturação.

Resumo

Em queijos maturados com mofo branco, a escolha da cultura primária e a presença de cloreto de cálcio podem alterar características físico-químicas e instrumentais do queijo. O objetivo deste trabalho foi avaliar o efeito do cloreto de cálcio e de diferentes concentrações de cultura primária em queijos com mofo branco, maturados por 14 dias. Os queijos foram produzidos e divididos em 4 lotes: Lote A: 0,8 % de cultura primária; Lote B: 0,8% de cultura primária e 0,4 mL/L de cloreto de cálcio 50%; Lote C: 1,6% de cultura primária; Lote D: 1,6% de cultura primária e 0,4 mL/L de cloreto de cálcio 50%. Foi possível observar um aumento significativo em vários parâmetros analíticos ao longo do crescimento do fungo (14 dias). A maior concentração de bactérias láticas aumentou a acidez e os parâmetros de dureza, gomosidade e mastigabilidade nos queijos em 7 dias de maturação. A maior acidez proporcionou um crescimento mais rápido do fungo na superfície.

Introdução

Queijos maturados com mofo branco possuem como uma das principais características o desenvolvimento do fungo *Penicillium candidum* ou *Penicillium camemberti* na superfície do queijo durante o período de maturação (JUDACEWSKI et al., 2016). A cultura primária utilizada na fabricação do queijo proporciona mudanças bioquímicas, que inclui o metabolismo da proteólise, lipólise e glicólise, responsáveis pela formação do sabor e componentes aromáticos do produto (MEI et al., 2014). Além da adição da cultura primária, é realizado adição de cloreto de cálcio, que auxilia na formação do coágulo, pois aumenta o teor de íons Ca^{2+} no leite acelerando a coagulação da caseína (HORNE; BANKS, 2004). A utilização de cultura primária e do cloreto de cálcio são ingredientes que podem alterar características físico-químicas e instrumentais do queijo. Sendo assim, o objetivo do trabalho foi avaliar o efeito de cloreto de cálcio e diferentes concentrações de cultura primária durante a maturação de queijos maturados com mofo branco.

Material e Métodos

O leite utilizado foi da raça Holandesa adquirido na Fazenda Escola Capão da Onça (FESCON), pertencente a Universidade Estadual de Ponta Grossa (UEPG). A cultura primária utilizada foi *Lactococcus lactis* subsp*. lactis, Lactococcus lactis*

subsp. *cremoris, Lactococcus lactis* subsp*. lactis biovar. Diacetylactis* e *Leuconostoc* (MO36*, Sacco® Brasil*). A cultura secundária utilizada foi *Penicillium candidum* (35 V, Sacco®).

Fabricação do queijo

O processamento do queijo foi realizado na planta piloto da Escola Tecnológica de Leite e Queijos dos Campos Gerais, e seguiu o protocolo descrito por Judacewski et al. (2016). Para a realização da pesquisa o processamento foi dividido em 4 lotes e para cada lote foram utilizados 25 litros de leite pasteurizados. Após a pasteurização o leite foi resfriado e adicionado 0,8 % de cultura primária (lote A); 0,8% de cultura primária e 0,4 mL/L de cloreto de cálcio 50% (Coalhopar, Alto Piquiri, Paraná, Brasil) (lote B); 1,6% de cultura primária (lote C); e 1,6% de cultura primária e 0,4 mL/L de cloreto de cálcio 50% (Coalhopar, Alto Piquiri, Paraná, Brasil) (lote D). Uma peça de queijo de cada lote (A, B, C e D) foi retirada da câmara de maturação nos tempos 0 (antes da inoculação do *P. candidum)*, 7 e 14 dias de maturação para a realização das análises.

Análises físico-químicas e instrumentais

Foram realizadas análises de pH, extrato seco, acidez (AOAC, 2016), conteúdo lipídico, nitrogênio total, com um fator de conversão para proteína bruta correspondente a 6,38. A textura foi analisada com texturômetro (*TA. XT Plus Texture Analyser,* Stable Micro Systems, UK), considerando os parâmetros de dureza, elasticidade, gomosidade, mastigabilidade e resiliência. Análises colorimétricas foram avaliadas pelo sistema CIE L*, a* e b* (colorímetro Konica Minolta CM-5, Japão) e expressos em Índice de Brancura (WI) (DI MARZO et al., 2006), Chroma e Hue Angle (SOBRAL et al., 2016). Para todos os parâmetros analisados, os resultados foram expressos com média ± desvio padrão. Foram realizadas análises de variância ANOVA e Fischer LSD considerando $p< 0,05$.

Resultados e discussão

Os aumentos do teor de gordura e proteínas ao longo do processo de maturação (Tabela 1) estão diretamente relacionados com perda de umidade das amostras. Estes valores devem permanecer constantes, porém o desenho da câmara de maturação proporciona uma perda de umidade significativa de amostras com o sistema de refrigeração (MARINHO et al., 2015).

Entretanto, avaliando os lotes individualmente, foi possível observar que houve diferença significativa nos períodos de 7 e 14 dias de maturação para os parâmetros de dureza, gomosidade e mastigabilidade (Tabela 1). Para os mesmos parâmetros, o lote D (dobro de inóculo + cloreto de cálcio) apresentou um aumento correspondente a 3,6; 4,4 e 4,6 vezes (respectivamente) em relação ao lote B (inóculo convencional + cloreto de cálcio) em 14 dias de maturação. Durante a maturação, a proteólise altera a textura dos queijos com ação catalítica de enzimas provenientes de bactérias láticas e do *P. candidum* (MACHADO et al., 2011).

O teor de acidez aumentou nos lotes com o dobro do inóculo de cultura primária (C e D) (Tabela 1). Esta acidez maior possibilitou um crescimento mais rápido do fungo na superfície do queijo. O índice de brancura (WI) está relacionado com o desenvolvimento do fungo na superfície do queijo, apresentando uma diferença de 19% entre o início e o final da maturação (14 dias) apresentando completo fechamento do micélio. Com avaliação do Chroma, observou-se uma redução de até 65% de saturação ao final da maturação (Tabela 1).

Tabela 1: Efeito da concentração de cultura primária e cloreto de cálcio nos parâmetros físico-químicos e instrumentais de queijos maturados com mofo branco.

Parâmetros (g/100g)	Lote*	Período de Maturação (dias)			
		0	7	14	p
pH***	A	4,78 ± 0,02	5,02 ± 0,03	5,07 ± 0,08	ns
	B	4,72 ± 0,01	5,07 ± 0,02	4,87 ± 0,09	ns
	C	4,76 ± 0,05	4,73 ± 0,02	5,28 ± 0,07	ns
	D	4,82 ± 0,02	4,77 ± 0,04	4,93 ± 0,04	ns
p		ns	ns	ns	
Extrato seco	A	57,48 ± 0,09^{A}	56,32 ± 1,63^{B}	55,44 ± 1,80^{B}	ns
	B	57,68 ± 1,79^{A}	55,39 ± 0,32^{BC}	56,38 ± 0,71^{AB}	ns
	C	54,34 ± 1,13^{B}	53,83 ± 0,51^{C}	55,43 ± 0,43^{B}	ns
	D	57,88 ± 0,11^{bB}	60,74 ± 0,65^{Aa}	58,17 ± 0,38^{Ba}	<0,05
p		<0,05	<0,05	<0,05	
Acidez	A	0,81 ± 0,02^{b}	1,03 ± 0,03^{aA}	0,86 ± 0,03^{bA}	<0,05
	B	0,84 ± 0,02^{b}	0,99 ± 0,02^{aB}	0,72 ± 0,02^{cB}	<0,05
	C	0,85 ± 0,02^{b}	1,05 ± 0,02^{aA}	0,64 ± 0,08^{cB}	<0,05
	D	0,86 ± 0,06^{b}	1,05 ± 0,02^{aA}	0,83 ± 0,06^{cA}	<0,05
p		ns	<0,05	<0,05	
Proteína	A	15,35 ± 1,35	16,88 ± 0,65	16,78 ± 0,79^{B}	ns
	B	13,75 ± 1,58^{b}	18,13 ± 0,84^{a}	19,27 ± 2,11^{aA}	<0,05
	C	16,65 ± 0,51^{b}	17,25 ± 0,31^{b}	20,31 ± 0,67^{aA}	<0,05
	D	16,81 ± 2,42	16,93 ± 0,76	18,35 ± 0,28^{AB}	ns
p		ns	ns	<0,05	
Gordura	A	20,33 ± 0,58^{cAB}	26,33 ± 1,15^{aA}	22,25 ± 0,35^{bC}	<0,05
	B	21,33 ± 0,76^{bAB}	27,00 ± 2,00^{aA}	25,00 ± 0,01^{aB}	<0,05
	C	24,00 ± 3,00^{bA}	28,00 ± 1,73^{bA}	33,67 ± 2,31^{aA}	<0,05
	D	17,67 ± 2,46^{B}	18,67 ± 1,15^{B}	19,00 ± 1,00^{D}	ns
p		<0,05	<0,05	<0,05	
Dureza****	A	1,60 ± 0,24^{b}	2,59 ± 0,34^{aC}	3,09 ± 0,85^{aC}	<0,05
	B	1,58 ± 0,21^{c}	2,42 ± 0,46^{bC}	3,03 ± 0,49^{aC}	<0,05
	C	1,81 ± 0,45^{c}	10,80 ± 0,46^{aA}	8,41 ± 1,46^{bB}	<0,05
	D	2,19 ± 0,40^{b}	9,75 ± 1,01^{aB}	10,98 ± 1,81^{aA}	<0,05
p		ns	<0,05	<0,05	
Elasticidade***	A	0,93 ± 0,03^{a}	0,89 ± 0,009^{ab}	0,85 ± 0,05^{bBC}	<0,05
	B	0,96 ± 0,06	0,91 ± 0,02	0,94 ± 0,04^{A}	ns
	C	0,92 ± 0,006^{a}	0,89 ± 0,04^{a}	0,77 ± 0,10^{bC}	<0,05
	D	0,90 ± 0,006	0,93 ± 0,03	0,88 ± 0,03^{A}	ns
p		ns	ns	<0,05	
Gomosidade***	A	1,30 ± 0,26^{b}	2,00 ± 0,20^{aB}	1,85 ± 0,37^{aC}	<0,05
	B	1,31 ± 0,18^{b}	1,91 ± 0,35^{aB}	2,29 ± 0,35^{aC}	<0,05
	C	1,50 ± 0,38^{c}	8,01 ± 0,29^{aA}	6,16 ± 0,81^{bB}	<0,05
	D	1,85 ± 0,33^{b}	7,78 ± 0,97^{aA}	8,15 ± 1,79^{aA}	<0,05
p		ns	<0,05	<0,05	
Mastigabilidade****	A	1,21 ± 0,28^{b}	1,78 ± 0,17^{aB}	2,14 ± 0,28^{abC}	<0,05
	B	1,27 ± 0,22^{b}	1,74 ± 0,31^{aB}	1,56 ± 0,28^{aC}	<0,05
	C	1,37 ± 0,34^{c}	7,10 ± 0,34^{aA}	4,81 ± 1,10^{bB}	<0,05
	D	1,67 ± 0,29^{b}	7,25 ± 1,11^{aA}	7,18 ± 1,33^{aA}	<0,05
p		ns	<0,05	<0,05	
Resiliência***	A	0,43 ± 0,03^{a}	0,39 ± 0,01^{bC}	0,26 ± 0,03^{cC}	<0,05
	B	0,44 ± 0,01^{a}	0,40 ± 0,02^{bBC}	0,35 ± 0,01^{cB}	<0,05
	C	0,45 ± 0,01^{a}	0,41 ± 0,006^{bB}	0,41 ± 0,03^{bA}	<0,05
	D	0,47 ± 0,006	0,44 ± 0,008^{A}	0,41 ± 0,05^{A}	ns
p		ns	<0,05	<0,05	
WI**	A	80,13 ± 0,39b^{AB}	73,29 ± 1,01^{cA}	88,82 ± 0,67^{aA}	<0,05
	B	80,44 ± 1,10b^{A}	72,68 ± 1,12^{cAB}	88,24 ± 0,23^{aB}	<0,05
	C	76,61 ± 0,49^{bC}	71,93 ± 1,15^{cB}	87,14 ± 0,69^{aC}	<0,05
	D	79,26 ± 1,01^{bB}	73,29 ± 0,63^{cA}	89,01 ± 0,54^{aA}	<0,05
p		<0,05	<0,05	<0,05	
Hue Angle***	A	84,23 ± 0,45^{bA}	81,03 ± 0,52^{cB}	87,74 ± 0,41^{aB}	<0,05
	B	83,99 ± 0,40^{bA}	81,61 ± 1,25^{cB}	87,58 ± 0,24^{aB}	<0,05
	C	82,34 ± 0,38^{bB}	81,36 ± 0,75^{cB}	88,31 ± 0,68^{aA}	<0,05
	D	84,43 ± 0,29^{bA}	83,65 ± 0,44^{cA}	86,03 ± 0,48^{aC}	<0,05
p		<0,05	<0,05	<0,05	
Chroma***	A	16,66 ± 0,43^{bC}	20,87 ± 1,12^{aB}	7,13 ± 0,25c^{AB}	<0,05
	B	16,62 ± 0,74^{bC}	21,72 ± 1,49^{aB}	7,16 ± 0,13^{cA}	<0,05
	C	20,36 ± 0,42^{bA}	22,87 ± 1,09^{aA}	7,40 ± 0,45^{cA}	<0,05
	D	17,88 ± 1,02^{bB}	21,45 ± 0,63^{aB}	6,80 ± 0,42^{cB}	<0,05
p		<0,05	<0,05	<0,05	

Nota: *Lote A: 0,8 % de cultura primária; Lote B: 0,8% de cultura primária e 0,4 mL/L de cloreto de cálcio 50%; Lote C: 1,6 % de cultura primária; Lote D: 1,6% de cultura primária e 0,4 mL/L de cloreto de cálcio 50%. **WI: Índice de Brancura. [abc]Letras diferentes na mesma linha indicam diferença significativa entre os dias de maturação (Teste de Fischer). [ABC]Letras diferentes na mesma coluna indicam diferença significativa entre os lotes A, B, C e D. ns: não houve diferença significativa.***adimensional.****unidade em newton (N).

Conclusão

A pesquisa indica que uma maior concentração da cultura primária pode afetar a velocidade de crescimento do fungo na superfície do queijo e alterar os parâmetros de textura do queijo. Este trabalho será continuado a fim de avaliar o efeito sensorial da concentração da cultura e da presença do cloreto de cálcio em queijos recobertos com mofo branco.

Agradecimentos

Agradeço ao PROVIC pela oportunidade de desenvolvimento, ao meu orientador e co-orientadora pela confiança em meu trabalho, auxilio e disponibilidade de ajuda para a realização da pesquisa.

Referências

AOAC. Association of Official Analytical Chemists. **Official Methods of Analysis**. 20TH, ed 2016.

DI MARZO, S. et al. Correlation between sensory and instrumental properties of Canestrato Pugliese slices packed in biodegradable films. **Trends in food science & technology**, v. 17, n. 4, p. 169-176, 2006.

HORNE, D. S., BANKS, J. M. Rennet-induced Coagulation of Milk In: FOX, P. F., et al. **Cheese: Chemistry, Physics and Microbiology - General Aspects**. 3 ed. London: Chapman & Hall, 2004.

JUDACEWSKI, P., et al. Quality assessment of white mold-ripened cheeses manufactured with different lactic cultures. **Journal of the Science of Food and Agriculture**, v. 96, n. 11, p. 3831-3837, 2016.

MACHADO, G. M. et al. Aspectos físico-químicos de queijo de coalho fabricado com o uso de ácido lático. **Brazilian Journal of Food & Nutrition/Alimentos e Nutrição**, v. 22, n. 3, 2011.

MARINHO, M. T. et al. Ripened semihard cheese covered with lard and dehydrated rosemary (*Rosmarinus officinalis* L.) leaves: processing, characterization, and quality traits. **Journal of Food Science**, v. 80, n. 9, 2015.

MEI, J. et al. Microbial diversity of a Camembert-type cheese using freeze-dried Tibetan kefir coculture as starter culture by culture-dependent and culture-independent methods. **PloS one**, v. 9, n. 10, p. e111648, 2014.

SOBRAL, D. et al. Can lutein replace annatto in the manufacture of Prato cheese? **LWT-Food Science and Technology**, v. 68, p. 349-355, 2016.