

See discussions, stats, and author profiles for this publication at: <https://www.researchgate.net/publication/269705060>

KINETICS OF VARIOUS CHEMICAL CHANGES DURING STORAGE OF PROCESSED CHEESE

Article · June 2013

CITATIONS

0

READS

22

4 authors, including:



Prateek Sharma

National Dairy Research Institute

33 PUBLICATIONS 103 CITATIONS

SEE PROFILE

Some of the authors of this publication are also working on these related projects:



Rheology of Cheese formulations [View project](#)



Process cheese [View project](#)



संसाधित पनीर के भंडारण में रासायनिक परिवर्तनों का काइनेटिक्स

हरि राम गुप्ता¹, के.एल. अरोड़ा², प्रतीक शर्मा³ एवं एस.के. कनावजिया⁴

राष्ट्रीय डेरी अनुसंधान संस्थान, करनाल 132 001

सारांश

संसाधित पनीर (पीसी) की मानक विधि से तीन घानों तैयार की गयीं और उन्हें ढक्कन वाले 200 ग्राम के पोलिस्टीन पेट्टे जारों में रखकर संग्रहित (5, 30, 45° सेल्सियस) किया गया। संसाधित पनीर के इन नमूनों का रासायनिक संयोजन और विभिन्न भौतिक-रासायनिक विशेषताओं तथा संवेदी विशिष्टताओं की दृष्टि से विश्लेषण किया गया। इस उत्पाद को पहले 56 दिनों तक 5° से. तापमान पर संग्रहित करने पर 7 दिनों के अंतराल पर विश्लेषित किया गया, 6 दिन तक 30° से. पर रखने पर 3 दिन के अंतराल पर व 24 दिनों तक 45° से. पर रखने पर जब तक कि ये नमूने जैविक विकार आ जाने के कारण खराब नहीं हो गये, इनका विश्लेषण किया जाता रहा। इन परिणामों से पता लगा कि 30° से. के तापमान पर पनीर में फफूंद लगनी शुरू हो गई, जिसके कारण 8 दिनों के संग्रहण में ही उत्पाद खराब हो गया। इसीलिए इस तापमान पर इसका अध्ययन रोक दिया गया। पी-एच के अलावा, सभी रासायनिक प्राचलों में समय बढ़ते हुए सभी तापमानों पर संग्रहित रखने से इनमें वृद्धि दर देखी गयी। सभी रासायनिक प्राचलों में संतुलित अभिक्रिया दर का अध्ययन किया गया, जो कि शून्यक्रम अभिक्रिया पायी गई एवं कम तापमान की तुलना में अधिक तापमान पर संग्रहित करने पर अधिक पायी गयी। रासायनिक प्राचलों के लिए विविधता संबंधी न्यूनतम वर्ग विश्लेषण में पाया गया कि घानों के बीच में अधिक अंतर नहीं रहे, मगर संग्रहण अवधि और तापमान में काफी ज्यादा अंतर देखा गया।

Kinetics of various chemical changes during storage of processed cheese

ABSTRACT

Three batches of processed cheese (PC) were manufactured by the standard procedure and packed aseptically in polystyrene (sunpet) pet jars with screw cap of about 200 grams capacity and stored at (5,30,45) °C. The PC samples were analysed for chemical composition and various physico-chemical characteristics and sensory attributes at an interval of 7 days for the product stored at 50°C upto 56 days, an interval of 3 days for the product stored at 30°C upto 6 days and 24 days at 45°C till the sample became organoleptically unacceptable. The results revealed that 30°C being conducive for the mold growth due to which the product got spoiled after 8 days of storage and hence the studies were terminated at this temperature. An increasing trend was observed in all the chemical parameters except pH with increasing time of storage at all the temperatures. The reaction rate constant for all the chemical parameters studied, followed a zero order reaction and was higher at higher temperature of storage as compared to lower temperatures. The least square analysis of variance for the chemical parameters had no significant differences between batches while there was a significant to highly significant difference between storage period and temperature of storage.

Key words: Processed cheese, Reaction rate constant, Shelf life, Temperature

प्रस्तावना

संसाधित पनीर बनाने के लिए प्राकृतिक पनीर में पायसीकरण वाले लवणों और अन्य डेयरी एवं गैर-डेयरी संघटकों को सम्मिश्रित करते हुए गर्म करना होता है ताकि यह समरूप उत्पाद बन जाए

जिसे अधिक दिनों तक संग्रहित किया जा सके कैरी (3,4 व 17)। संसाधित पनीर संबंधी प्रमुख भौतिक, रासायनिक एवं क्रियात्मक विशेषताओं तथा विभिन्न भौतिक, रासायनिक, प्रौद्योगिकीय एवं सूक्ष्मजीवीय घटकों (जो इन विशेषताओं को प्रभावित करते हैं), पर किये गये अध्ययन के परिणामस्वरूप संसाधित पनीर एक बहुउपयोगी डेयरी उत्पाद पाया गया, जिसका उपयोग अनेक प्रकार

^{1,2,3} वरिष्ठ वैज्ञानिक, ⁴ प्रधान वैज्ञानिक

से किया जा सकता है स्वेन्सन (15,12 व 4)। संसाधित पनीर का पोषणिक महत्व काफी अधिक होता है और शीघ्र पाचक होने के साथ-साथ इसका स्वाद भी मृदु होता है और इसका उपयोग सुविधाजनक है। भारतीय बाजार में यह एक प्रमुख किण्वित डेयरी उत्पाद के रूप में उभरा है। संसाधित पनीर अधिक नम होने और इसमें संतुलित अम्लीय पी-एच (5.6-5.8) होने के कारण जीवाणु और फफूंद लगने की सम्भावना अधिक होती है। संसाधित पनीर में सूक्ष्म जीवीय संदूषण के अलावा, स्वाद व रंग बिगड़ जाने के कारण इसमें कड़ुवापन आ जाता है, जिससे इसे ज्यादा दिनों तक संग्रहित करके नहीं रखा जा सकता और इसका विपरीत प्रभाव इसके विपणन पर भी पड़ता है। इसलिए इसकी भौतिक व रासायनिक विशेषताओं एवं संवेदी लक्षणों के विभिन्न वैज्ञानिक प्राचल स्थापित करके व्यवस्थित प्रयास करने की आवश्यकता है ताकि विभिन्न स्थितियों के अंतर्गत इसके संग्रहण के दौरान होने वाले विकारों को निरीक्षित किया जा सके। इससे संसाधित पनीर की संग्रहण क्षमता निर्धारित करने और इस उत्पाद के लेबल पर समाप्ति तिथि अंकित करने में मदद मिलेगी।

सामग्री एवं विधि

संसाधित पनीर को कोसिकोवस्की (5) द्वारा बताई गई मानक विधि द्वारा बनाया गया, जिसके अनुसार परिपक्वता की विभिन्न अवस्थाओं में लेशयुक्त प्राकृतिक पनीर एवं पायसीकरण वाले कारक के रूप में सोडियम साइट्रेट एवं पानी के मिश्रण को तब तक लगातार हिलाते हुए गर्म किया जाता है जब तक कि उसका समान मिश्रण तैयार नहीं हो जाता। इसे 200 ग्राम वाले पोलिस्ट्रीन जारों में भर दिया गया। ऐसे तीन परीक्षण किये गये। चुने हुए पनीर के नमूनों को एक मानक छलनी से छान कर, ढक्कनदार कांच की बोतलों में भर दिया गया। इन ताजे नमूनों की वसा, नमी और लवण तत्वों की दृष्टि से मानक विधियों द्वारा विश्लेषण किया गया, जैसा आई एस (1964)(6) में बताया गया है।

संसाधित पनीर के नमूनों को 5°, 30°, 45° से. तापमान पर संग्रहित करके उन्हें क्रमशः 7, 3 और 3 दिनों के अंतराल पर विभिन्न भौतिक/रासायनिक विशिष्टताओं जैसे पी-एच, एचएम एफ, टायरोसीन मान तथा एफएफए की दृष्टि से मूल्यांकन तब तक किया जाता रहा जब तक कि वे संवेदी मूल्यांकन के आधार पर विकृत (अनुपयोगी) नहीं हो गये। इन नमूनों के पी-एच को माइक्रोप्रोसेसर नियंत्रित पी-एच विश्लेषक के प्रयोग से मापा गया जिसके लिए कद्दूकस किये हुए पनीर में पानी की बराबर मात्रा मिलाकर, एकसमान पेस्ट बनाकर पी-एच का विश्लेषण किया गया। इन नमूनों का अम्लीयता और टायरोसीन मूल्य आईएस: एसपी (7) एवं हल (13) में वर्णित विधियों द्वारा देखा गया तथा एचएमएफ को कीनी व बसेटी (9) के आधार पर देखा गया। इन

नमूनों का संवेदी मूल्यांकन पैनल में शामिल छह विशेषज्ञों द्वारा स्नेडैकोर व कोचरन (13) द्वारा सुझाई गई विधि के अनुसार किया गया।

परिणाम एवं विवेचना

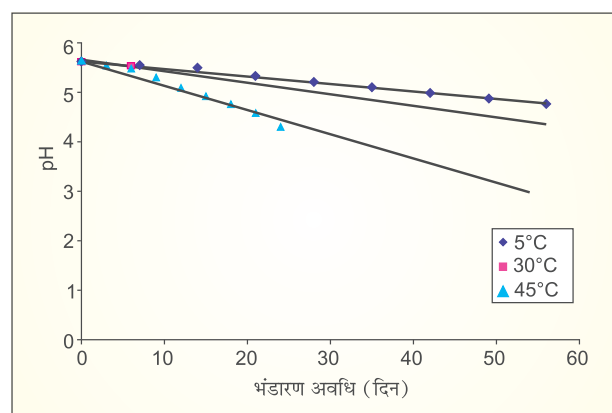
अध्ययन के दौरान निर्मित संसाधित पनीर संयोजन में पीएफए मानक व नमी, एफडीएम एवं लवण तत्व क्रमशः 44.28 प्रतिशत से 44.38 प्रतिशत, 50.18 प्रतिशत से 50.39 प्रतिशत तथा 1.6 प्रतिशत से 1.75 प्रतिशत पाये गये। इन नमूनों को 5° एवं 45° से. तापमान पर संग्रहित किया गया तो देखा गया कि क्रमशः 56 व 24 दिनों तक यह सुरक्षित रहे किन्तु जब इन्हें 30° से. पर रखा गया तो वे 8 दिनों के भीतर फफूंद लगने के कारण विकृत हो गये।

संग्रहण के दौरान रासायनिक परिवर्तन

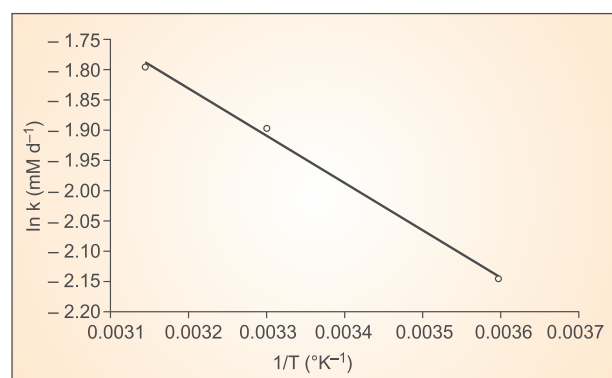
पी-एच संग्रहण की अवधि के दौरान संसाधित पनीर के पी-एच में कमी आयी और घटने की क्रिया, तापमान के बढ़ने पर अधिक पायी गयी। 56 दिनों तक 5° से. पर रखने से पी-एच में 5.61 से 4.75 तक कमी आयी, 6 दिनों तक 30° से. पर रखने पर 5.61 से 5.53 तथा 24 दिनों तक 45° से. पर रखने पर 5.61 से 4.30 तक

सारणी 1 संसाधित पनीर के भंडारण के दौरान भौतिक, रासायनिक गुणों में परिवर्तन के लिए गतिज मानदंड

गुण	तापमान (°C)	स्थिर दर (k), दिन ⁻¹	सक्रियण ऊर्जा (E _a) kJ/mol कि. जूलस प्रति मोल	Arrhenius constant (a ₀), mol/day प्रति दिन
पी एच	5	1.17*10.1	6.48	1.94
	30	1.14*10.1		
	45	1.66*10.1		
अम्लता	5	1.17*10.1	1.64	2.38*10.1
	30	1.24*10.1		
	45	1.28*10.1		
टायरोसिन मान	5	1.95	1.94*10 ¹	8.67*10 ³
	30	4.05		
	45	5.57		
एफएफए	5	6.32*10.1	1.27*10 ¹	1.51*10 ²
	30	9.75*10.1		
	45	1.2		
एच एम एफ	5	1.68*10.1	3.3*10 ¹	3.15*10 ⁵
	30	5.19*10.1		
	45	1.05		



चित्र-1 संसाधित पनीर के पी-एच पर समय एवं तापमान का प्रभाव



चित्र-2 संसाधित पनीर के भंडारण के दौरान पी-एच में परिवर्तन की दर के लिए एरहीनियस प्लॉट

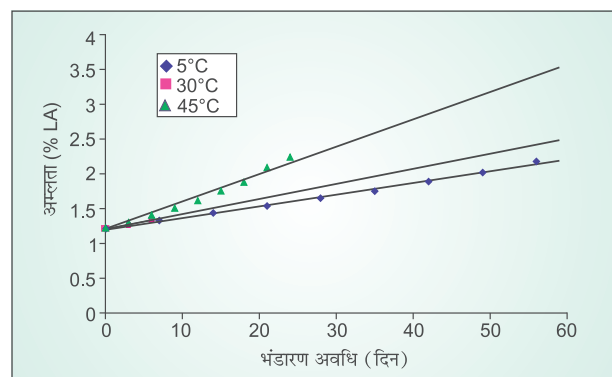
कमी पायी गयी। ऑक्सन तथा प्राइस (10) एवं थापा एवं गुप्ता (16) के संदर्भ में इन प्रयोगों को काफी हद तक स्वीकार किया गया। इन प्रयोगकर्ताओं की रिपोर्ट में क्रमशः 90 दिनों तक 32° से. 56 दिनों तक 37° से. पर रखने पर पी-एच में थोड़ी कमी आने की बात कही गयी है। एली (2) ने बताया कि सामान्य तापमान पर 10 दिनों में पी-एच 6.52 से 4.83 तक कमी देखी। संसाधित पनीर के पी-एच में आए इस परिवर्तन में शून्य क्रम में प्रतिक्रिया पायी गयी। एरहीनियस स्थिकांक द्वारा एक सीधी रेखा (चित्र 2) का संबंध पता लगा। सक्रियण ऊर्जा और एरहीनियस स्थिकांक क्रमशः 6.48 किलो जूल प्रति मोल और 1.942 मोल प्रति दिन पाए गए (सारणी 1)। संसाधित पनीर की विभिन्न घातों में पी-एच में अधिक परिवर्तन नहीं देखा गया परन्तु संग्रहण में अलग-अलग अवधि में अलग-अलग तापमान में रखने पर बहुत अधिक अंतर (p 0.01 से कम) पाया गया (सारणी 2)।

अनुमापनीय अम्लता: संसाधित पनीर की अनुमापनीय अम्लता संग्रहण के 56 दिनों बाद 5° से. पर 1.21 प्रतिशत से 2.18 प्रतिशत, 30° से. पर रखने के 6 दिन के बाद 1.34 प्रतिशत तक तथा 45° से. पर रखने पर 24 दिन बाद 2.24 प्रतिशत तक बढ़ गयी। इन प्रयोगों को प्रोहास्का (11) के काम से सहमति मिली, जिसने कहा कि 37° से. पर संग्रहित संसाधित पनीर के नमूनों की क्षति दर सामान्य तापमान पर संग्रहित नमूनों की तुलना में दुगने से अधिक पाई जाती है। संसाधित पनीर की अम्लता में वृद्धि शून्य क्रम अभिक्रिया कायनेटिक पाई गयी। एरहीनियस प्लॉट (चित्र 3) में स्पष्ट रूप से देखा गया कि दर का संतुलन तापमान पर निर्भर होता है। एकमात्र

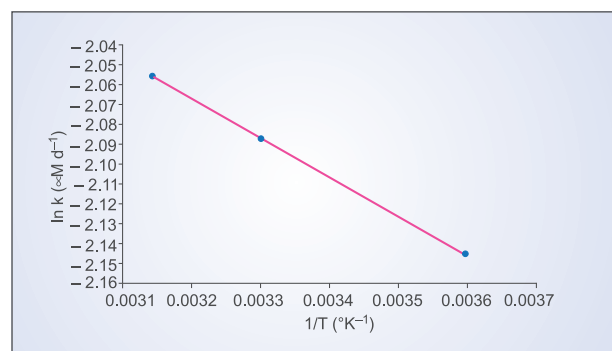
सारणी 2 विभिन्न तापमानों पर भंडारित संसाधित पनीर के रासायनिक गुणों के लिए अरिहेबिस (एफ. मूल्य) का न्यूनतम वर्ग विश्लेषण

विविधता का स्रोत	डी.एफ	तापमान (°से.)	'एफ' मूल्य				
			पी-एच	अम्लता	टाइरोसीन	एफएफए	एचएमएफ
समूह के मध्य	2	5	1.6346 ^{NS}	0.0165 ^{NS}	0.1278 ^{NS}	0.1074 ^{NS}	0.1647 ^{NS}
त्रुटि	24						
समूह के मध्य	2	30	2.2347 ^{NS}	0.3833 ^{NS}	0.0396 ^{NS}	4.0239 ^{NS}	0.261717 ^{NS}
त्रुटि	6						
समूह के मध्य	2	45	0.0333 ^{NS}	0.0370 ^{NS}	0.0097 ^{NS}	0.7595 ^{NS}	0.0100 ^{NS}
त्रुटि	24						
समूह के मध्य	8	5	11.1447 ^{**}	699.685 ^{**}	191.1979 ^{**}	164.6609 ^{**}	93.5168 ^{**}
त्रुटि	18						
समूह के मध्य	2	30	7.9461 [*]	23.0927 ^{**}	177.5233 ^{**}	6.2148 [*]	32.6365 ^{**}
त्रुटि	6						
समूह के मध्य	8	45	360.0287 ^{**}	267.777 ^{**}	1101.0255 ^{**}	6.6974 ^{**}	1918.7908 ^{**}
त्रुटि	18						
समूह के मध्य	2		6.4722 ^{**}	6.5016 ^{**}	16.1938 ^{**}	3.6432 [*]	22.9416 ^{**}
त्रुटि	60						

NS गौण, * 5: तक महत्वपूर्ण, ** 1: तक महत्वपूर्ण



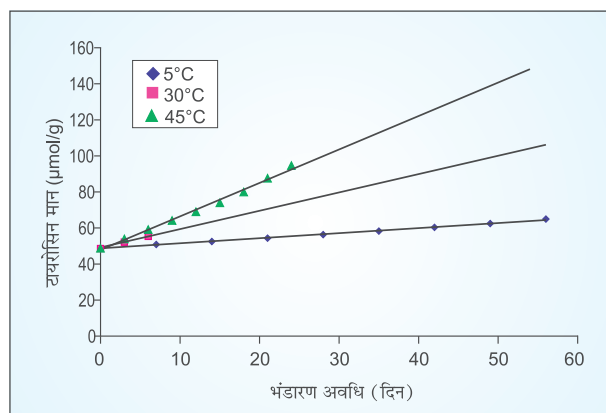
चित्र-3 संसाधित पनीर के अम्लता पर समय एवं तापमान का प्रभाव



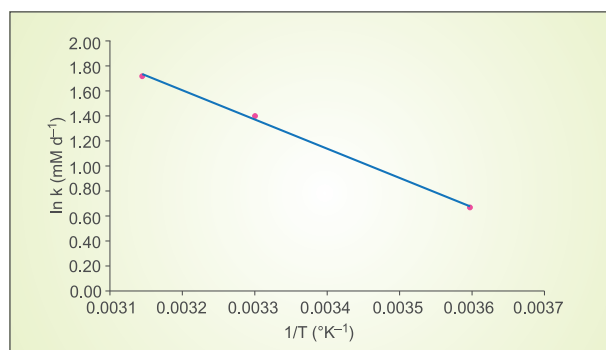
चित्र-4 संसाधित पनीर के भंडारण के दौरान अम्लता में परिवर्तन की दर के एरहीनियस प्लाट

सीधी रेखा प्राप्त हुई जिसकी ढलान का उपयोग एक्टिवेशन ऊर्जा को प्राप्त करने में किया गया (1639.35 जूल प्रति मोल)। एरहीनियस संतुलन 0.23809 मोल प्रति दिन (सारणी 1) था। संसाधित पनीर की विभिन्न घानों में अम्लता में परिवर्तन अधिक (p 0.01 से कम) नहीं पाया गया, किन्तु तापमान एवं संग्रहण अवधि (सारणी 2) के कारण यह काफी अधिक पाया गया।

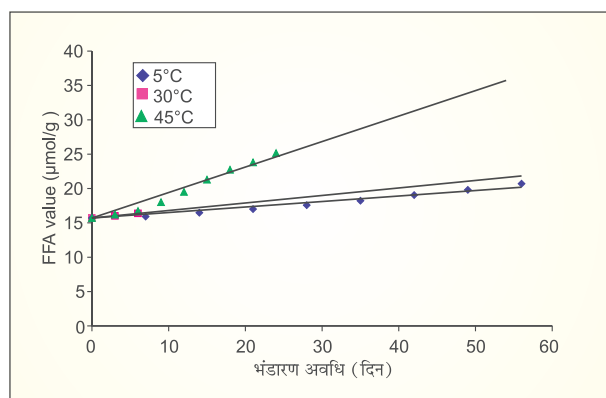
टाइरोसीन मान: संग्रहण के दौरान तीनों तापमानों की अवस्था में टाइरोसीन मान में वृद्धि देखी गई जिसको चित्र 5 में दर्शाया गया है। टाइरोसीन की प्रारम्भिक सांद्रता 49.21 माइक्रोमोल प्रति ग्राम थी जो संसाधित पनीर को 56 दिन तक 5° से. पर संग्रहित करने पर 64.93 माइक्रोमोल प्रति ग्राम तक अथवा 6 दिन तक 30° से. पर 55.32 माइक्रोमोल प्रति ग्राम तक बढ़ गयी। टाइरोसीन बनने की दर 45° से. पर काफी तीव्र थी क्योंकि 24 दिन के संग्रहण के बाद में ही इसका स्तर 94.62 माइक्रोमोल प्रति ग्राम तक पहुंच गया था। यह परिणाम एब्ड (1) के अनुसार है, जिसने पाया था कि 4 सप्ताह तक 25° से. पर संग्रहण के दौरान सभी उपचारों में घुलनशील टाइरोसीन की मात्रा में वृद्धि होती है। टाइरोसीन बनने की कायनेटिक को शून्यक्रम की अभिक्रिया से वर्णित किया जा सकता है। एरहीनियस



चित्र-5 संसाधित पनीर के टाइरोसीन मान पर समय एवं तापमान का प्रभाव

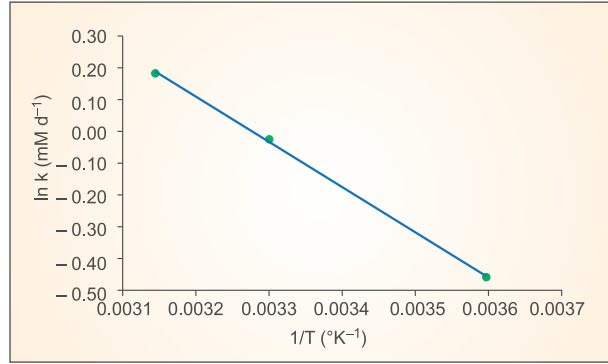


चित्र-6 संसाधित पनीर के भंडारण के दौरान टाइरोसीन मान में परिवर्तन की दर के लिए एरहीनियस प्लाट

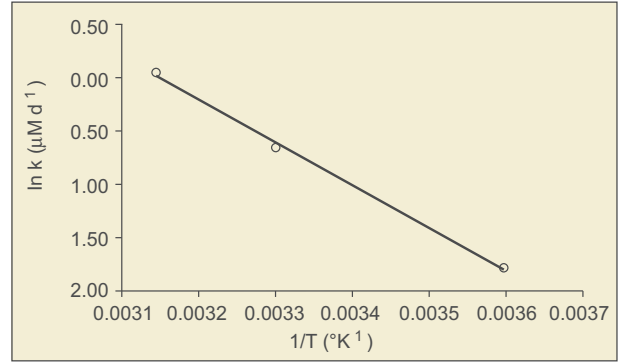


चित्र-7 संसाधित पनीर के एफएफए पर समय एवं तापमान का प्रभाव

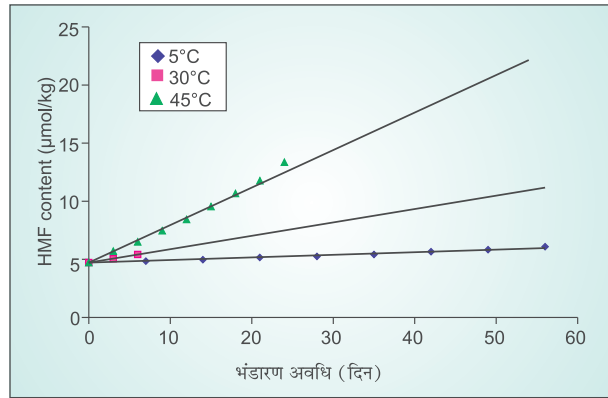
प्लाट (चित्र 6) से प्राप्त सक्रियण ऊर्जा 19385.75 जूल प्रति मोल थी, किन्तु एरहीनियस संतुलन 8670.66 मोल प्रति दिन (सारणी 1) था। संसाधित पनीर की विभिन्न घानों में टाइरोसीन मूल्य परिवर्तन सामान्य पाया गया, किन्तु तापमान और संग्रहण अवधि (चित्र 2) के कारण इसमें बहुत अधिक वृद्धि पायी गयी।



चित्र-8 संसाधित पनीर के भंडारण के दौरान एफएफए में परिवर्तन की दर के लिए एरहीनियस प्लाट



चित्र-10 संसाधित पनीर के भंडारण के दौरान एचएमएफ में परिवर्तन की दर के लिए एरहीनियस प्लाट



चित्र-9 संसाधित पनीर के एचएमएफ पर समय एवं तापमान का प्रभाव

फ्री फैटी एसिड (एफएफए)

संग्रहण के दौरान संसाधित पनीर के फ्री फैटी एसिड तत्व में वृद्धि देखी गई तथा यह वृद्धि संग्रहण के दौरान तापमान (चित्र 7) पर भी निर्भर करती है। एफएए तत्व 15.71 माइक्रोमोल प्रति ग्राम के प्रारम्भिक मूल्य से क्रमशः 20.20, 16.38 तथा 25.25 माइक्रोमोल प्रति ग्राम तक की वृद्धि, 24 दिनों के संग्रहण में क्रमशः 5° से, 30° से. तथा 45° से. पर रखने से पायी गयी। सुजुकी (14) द्वारा भी छेदक पनीर के मामले में इसी प्रकार के परिणाम दिये गये। संसाधित पनीर से संबंधित इस तरह के विवरण उपलब्ध नहीं है। एफएफए तत्व में वृद्धि 'जीरो रिएक्शन कायनेटिक्स' द्वारा सबसे सटीक उल्लेखित की गयी है। $\ln k$ और T^{-1} (°K) के संबंध को एरहीनियस प्लाट (चित्र 8) में लिनियर संबंध द्वारा समझाया गया है। एफ एफ ए में वृद्धि संबंधित सक्रियण ऊर्जा 12659.73 जूल प्रति मोल तथा एरहीनियस संतुलन 150.52 माइक्रोमोल प्रति दिन (चित्र 1) पाया गया। विभिन्न घानों में पीसी में कोई विशेष परिवर्तन नहीं देखा गया किन्तु संग्रहण के दौरान (p 0.01 से कम) (चित्र 2) विभिन्न अवधियों (p 0.05 से कम) व तापमान के फलस्वरूप

काफी अधिक परिवर्तन मिला।

एचएमएफ: संग्रहण के दौरान समय और तापमान बढ़ने से मिलार्ड अभिक्रिया के फलस्वरूप एच एम एफ की उत्पत्ति अधिक पायी गयी। ताजे संसाधित पनीर में औसत मूल्य 4.72 माइक्रोमोल प्रति कि.ग्रा. देखा गया जो 56 दिनों तक 5° से. पर संग्रहित रखने पर 5.09 माइक्रोमोल प्रति कि.ग्रा. तक बढ़ गया। छह व 24 दिनों (चित्र 9) की अवधि के संग्रहण में क्रमशः 30° से. व 45° से. के तापमान पर एचएमएफ तत्व में क्रमशः 5.42 व 13.21 माइक्रोमोल प्रति ग्राम तक वृद्धि पायी गयी। ये परिणाम एल-शिबिनी (1) के संदर्भ में स्वीकार किये गये, जिसमें बताया गया कि 3 महीने तक संसाधित पनीर के नमूनों को कांच के जारों में क्रमशः 25-30° से. और 5-8° से. के तापमान पर संग्रहित करके रखा जाये तो एचएमएफ तत्व में 3.9 से 20.85 एवं 18.54 माइक्रोमोल प्रति कि.ग्रा. तक वृद्धि होती है। जीरो ऑर्डर रिएक्शन काइनेटिक्स से एचएमएफ तत्व की वृद्धि संबंधी प्रकरण को बेहतर ढंग से समझाया गया। एरहीनियस प्लाट (चित्र 10) में $\ln k$ और T^{-1} (°K) के संबंध को लिनियर संबंध द्वारा समझाया गया। वृद्धि संबंधी सक्रियण ऊर्जा 33000 जूल प्रति मोल पायी गयी तथा एरहेनियस संतुलन 3.15×10^5 मोल प्रति दिन (सारणी 1) देखा गया। संसाधित पनीर की विभिन्न घानों में विशेष परिवर्तन नहीं पाया गया किन्तु तापमान और संग्रहण अवधि से काफी अधिक प्रभाव पड़ा (p 0.01 से कम) (सारणी 2)।

निष्कर्ष

संसाधित पनीर हमारे देश में पनीर के उपभोग का सबसे लोकप्रिय तरीका माना जाता है। बढ़िया व गुणवत्तापूर्ण खाद्य पदार्थों के प्रति उपभोक्ता की बढ़ती हुई रुचि और मांग को देखते हुए हमें उत्पाद की संग्रहण क्षमता और संदूषण संबंधी पहलुओं पर विशेष अध्ययन करने की आवश्यकता है। इस अध्ययन में संसाधित पनीर के संग्रहण के दौरान होने वाले अनेक प्रकार के रासायनिक परिवर्तनों के आयामों को समझते हुए सुधार संबंधी मापदण्ड निर्धारित करने

के प्रयास किये गये। संसाधित पनीर को अलग-अलग अवधियों में विभिन्न तापमानों पर संग्रहित करके इसके रासायनिक प्राचलों का विश्लेषण किया गया और यह निष्कर्ष निकाला गया कि 30° से. के तापमान पर फफूंद तेजी से बढ़ता है और 8 दिनों के संग्रहण में ही यह उत्पाद खराब हो जाता है तथा तापमान में वृद्धि होने पर यह संदूषण की दर भी बढ़ने लगती है। रासायनिक प्राचलों और विविध संवेदी पहलुओं संबंधी थोड़े से व्यवस्थित विश्लेषणों के नमूनों में विशेष अंतर नहीं पाया गया मगर संग्रहण की विभिन्न अवधियों और तापमानों पर रखने से काफी अंतर पाया गया।

आभार

इस पाठ्य सामग्री के सम्पादन हेतु श्री रिटधामा प्रसाद, अनुसंधानकर्ता, डी टी प्रभाग, एन डी आर आई, करनाल से मिली सहायता के लिए उनका आभार प्रकट करते हैं।

संदर्भ/References

1. Abd Alla, E.A.M., Kawther El-shafei, Ibrahim G.A. and Sharaj O.M. (1996). Changes in microflora and biogenic amine of some market processed cheese during storage. *Egyptian J. Of Dairy Science*, **24**(2) 217-226.
2. Aly, M.F., Abd El-Baky, A.A., Farahat, S.M. and Hana, U.B.N. (1995). Quality of processed cheese spread made using ultra filtered retentates treated with some ripening agents. *International Dairy Journal*, **5** (2): 191-209.
3. Caric, M., Gantar, M., and Kalab, M. (1985). Effects of emulsifying agents on the microstructure and other characteristics of process cheese- A review. *Food Microstruct* **4**:297-312.
4. Guinee, T.P., Caric, M., Kalab, M. (2004). Pasteurized processed cheese and substitute/imitation cheese products. In: Fox, P.F., editor. *Cheese: Chemistry, physics and microbiology*. Volume 2: major cheese groups. 3rd ed. London, U.K.: Elsevier Applied Science. p349-394.
5. Kosikowski, F.V. (1982). Processed cheese and related types in cheese and fermented milk foods. 2nd Edn. F., Kosikowski and associates, New York
6. IS: 2785 (1964) Indian Standards. Specifications for Natural Cheeses (Hard type), Processed cheese, PC Spread and soft cheese. Bureau of Indian Standards, Manak Bhawan, New Delhi.
7. ISI Handbook of food analysis. SP-18 (part-XI) Dairy Products (1981). Bureau of Indian Standards, Manak Bhawan, New Delhi.
8. Hull, M.E. (1949). Studies on milk proteins II. Colorimetric determination of the partial hydrolysis of the proteins in milk. *J. of Dairy Sci.* **30**:881-884.
9. Keeney, M. and Bassette, R. (1959). detection of intermediate compounds in the early stages of browning reaction in milk products. *J. of Dairy Science.*, **42**:945-960.
10. Oslon, N.F. and Price, W.V. (1961). A melting test for pasteurized processed cheese spreads. *J. of Dairy Science*. **41**:991.
11. Prohaska, J. (1993). The effect of acidity on the keeping quality of processed cheese. *Mljekarstvo*, **43**(4):301-320
12. Shirashoji, N., Jaeggi, J.J. and Lucey, J.A., (2006). Effect of trisodium citrate concentration and cooking time on the physico-chemical properties of pasteurised process cheese. *J of Dairy Science*, 15-28.
13. Snedecor, G.W. and Cochran, W.G. (1994). *Statistical Methods*. Oxford and IBH Publications, New Delhi
14. Suzuki, S.K. and Hastings, E.G. (1910). The production of volatile fatty acids and esters in cheddar cheese and their relation to the development of flavour. *The Journal of Biological Chemistry*. **7**:431-458.
15. Swenson, B.J., Wendorff, W.L. and Lindsay, R.C. (2000). Effect of ingredients on the functionality of fat-free process cheese spreads. *J Food Sci.* **65**:822-825.
16. Thapa, T.B. and Gupta, V.K. (1992). Changes in sensory and rheological characteristics during storage of processed cheese foods prepared with added whey protein concentrates. *Indian J. of Dairy Sci.*, **45**(3):140-145.
17. Zehren, V.L. and Nusbaum, D.D. (2000). *Processed cheese*. 2nd Ed. Madison, Wis.: Cheese Reporter Publishing Co. Inc.