सवालीराम

सवाल: दूध फटने और दही जमने में क्या अन्तर है? शरीर में दूध बनने की प्रक्रिया क्या है? दूध खट्टा क्यों हो जाता है?

- रविशंकर सोनी (टिमरनी),
आर.पी. शर्मा (चांदौन), म.प्र. (1988)

जवाब: दूध के बारे में ढेर सारे प्रश्न पूछे गए हैं। इन प्रश्नों के उत्तर अलग-अलग न देकर, एक साथ ही दिए जा रहे हैं। यदि पढ़ने के बाद और प्रश्न दिमाग में आएँ तो लिख भेजना।

सबसे पहले देखें कि दूध होता क्या है। दूध में मुख्यत: कुछ पदार्थ पानी में घुले होते हैं या कोलाइड अवस्था में निलम्बित होते हैं। ये पदार्थ हैं - वसा, प्रोटीन, लवण, विटामिन व लैक्टोज़ नामक शर्करा।

मनुष्य के दूध का औसत संगठन (ग्राम प्रति 100 मि.ली.):
पानी - 88
कार्बोहायड्रेट (लैक्टोज़) - 7
कुल प्रोटीन (कैसीन व अन्य) - 1.2
वसा - 3.8

इनके अलावा कई अन्य पदार्थ सूक्ष्म मात्रा में होते हैं। इनमें प्रमुख रूप से विभिन्न खनिज तत्व, विटामिन, इम्यूनोग्लोबुलिन होते हैं। इम्यूनोग्लोबुलिन व अन्य पदार्थ बच्चे के प्रतिरक्षा तंत्र को मज़बूती देते हैं।

दूध (चाहे मनुष्य का हो या गाय, भैंस, बकरी जैसे किसी पशु का) एक सफेद रंग का तरल पदार्थ होता है।

शुरुआत प्रश्न के बीच वाले हिस्से से कर सकते हैं: शरीर में दूध बनने की प्रक्रिया क्या है?

दूध बनने की प्रक्रिया का पूरा खुलासा नहीं हुआ है लेकिन मोटे तौर पर यह दूध ग्रन्थियों में निम्नानुसार होती है।

वैसे तो सारे घटक शरीर की कोशिकाओं में उपस्थित ही होते हैं। इन्हें मिलाने भर की बात है। विभिन्न कोशिकाओं से पदार्थ रिस-रिसकर स्तन की गुहा में इकट्ठे हो जाते हैं और दूध बन जाता है। आम तौर पर शरीर में पाए जाने वाले हारमोन्स इस प्रक्रिया को थामकर रखते हैं। इसीलिए हर समय दूध नहीं बनता। सामान्यत: गर्भावस्था के बाद ही दूध का उत्पादन शुरू होता है (वैसे कुछ अपवाद भी देखे गए हैं)। गर्भावस्था के मध्य में कभी दुग्ध ग्रन्थियाँ दूध उत्पादन के लिए तैयार हो जाती हैं लेकिन गर्भावस्था से जुड़े कुछ हारमोन उन्हें रोके रहते हैं। प्रसव के

बाद इन हारमोन की मात्रा कम हो जाती है और दुग्ध उत्पादन शुरू हो जाता है।

दूध के साथ मुख्य समस्या कैसीन और वसा को लेकर होती है। कैसीन दूध में उपस्थित प्रमुख प्रोटीन है और वसा के समान यह भी पानी में अघुलनशील है। एक बड़ी समस्या इसे घुलित अवस्था में परिवर्तित करने की होती है। जैसा कि सर्वविदित है, प्रोटीन अमीनो एसिड की शृंखलाएँ होते हैं। कैसीन ऐसे अमीनो अम्लों से बने होते हैं जिनमें एक हिस्सा जलस्नेही होता है और दूसरा हिस्सा जलद्वेषी होता है। दुग्ध ग्रन्थियों से निकलने के बाद इनमें कुछ परिवर्तन और होते हैं। इन परिवर्तनों का परिणाम यह होता है कि कैसीन के कई अणु मिलकर एक गेंदनुमा समूह (माइसेल) बना लेते हैं जिसमें जलस्नेही हिस्से बाहर की ओर होते हैं। इसके अलावा इन माइसेल में कैल्शियम के आयन भी कैद होते हैं। इन माइसेल की सतह पर ऋणात्मक आवेश होता है। इस वजह से ये एक-दूसरे को विकर्षित करते हैं और आपस में चिपककर बड़े समूह नहीं बना पाते और पानी में टँगे रहते हैं।

जैसा कि हमने देखा, वसा भी पानी में अघुलनशील होता है। कैसे यह दूध में वितरित होकर टँगा रहता है, इसकी भी क्रियाविधि है। दरअसल, दूध ग्रन्थियों में वसा के उत्पादन के समय ही उसकी अत्यन्त बारीक बूँदों पर एक आवरण चढ़ जाता है। यह आवरण तीन परतों से बना होता है, जिसमें प्रोटीन वगैरह होते हैं। ये बूँदें दूध में कोलायडी अवस्था में टँगी रह सकती हैं। दूध में अधिकांश वसा तो माँ के शरीर में उपस्थित सामान्य वसा से ही आता है, थोड़े वसा का उत्पादन दुग्ध ग्रन्थियों में नए सिरे से होता है।

शेष घटक (कैसीन के अलावा अन्य प्रोटीन, कुछ विटामिन, लवण आदि) तो घुलनशील होते ही हैं। तो कैसीन और वसा को 'घुलनशील' बनाकर दूध का निर्माण हो जाता है। लेकिन यह समझना ज़रूरी है कि कैसीन और वसा पानी में सही मायनों में घुले नहीं हैं बल्कि सिर्फ निलम्बित हैं। तो यह अवस्था काफी अस्थिर होती है, थोड़ी भी गड़बड़ी हो तो ये पदार्थ पानी से अलग होने लगते हैं।

चूँकि दूध में वसा और कैसीन अस्थिर अवस्था में हैं इसलिए इनका अलग हो जाना बहुत मुश्किल नहीं है। वसा तो बहुत आसानी-से अलग हो जाता है। दूध को थोड़ा हिलाया-डुलाया जाए या गर्म किया जाए तो वसा मलाई (क्रीम) के रूप में अलग होकर ऊपर तैरने लगता है। तुममें से कई लोगों ने सप्रेटा दूध का नाम सुना होगा। सेपरेटर नामक एक मशीन में दूध को रखकर घुमाया जाता है तो मलाई अलग हो जाती है और बाकी बचे दूध में वसा की मात्रा कम होती है - उसे सप्रेटा दूध कहते

हैं। आजकल फुल क्रीम मिल्क, टोन्ड मिल्क और डबल टोन्ड मिल्क के नाम से विभिन्न वसा प्रतिशत वाले दूध मिलते हैं।

दूध का फटना

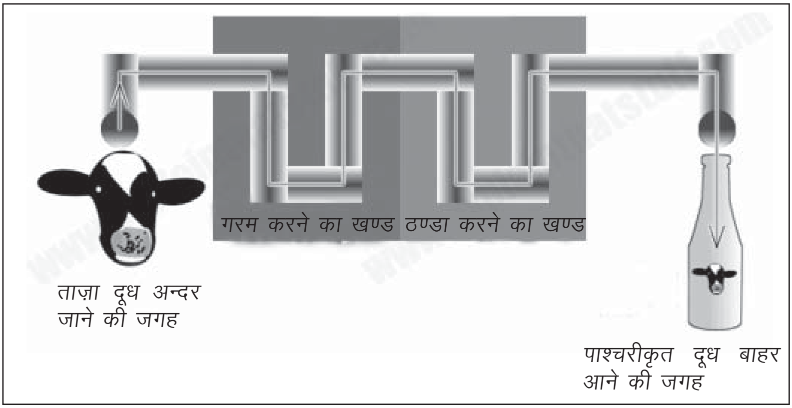
यह तो तुम जान ही चुके हो कि दूध में कैसीन कोलायडी अवस्था में होता है और इसलिए निलम्बित रहता है क्योंकि कैसीन के माइसेल बन जाते हैं और प्रत्येक माइसेल की सतह पर ऋणात्मक आवेश होता है। यदि यह आवेश खत्म कर दें तो ये कैसीन-माइसेल आपस में जुड़कर बड़े-बड़े कण बना लेते हैं जो अब निलम्बित नहीं रह सकते। इसी को दूध का फटना कहते हैं। कैसीन अघुलित अवस्था में पहुँच जाता है। ऋणात्मक आवेश को खत्म करने का सबसे सरल तरीका है दूध में नींबू निचोड़ दिया जाए। इससे दूध की अम्लीयता बदल जाती है और कैसीन के लिए संकट पैदा हो जाता है। दूध के फटने में भी यही होता है। दूध में कुछ जीवाणु उपस्थित होते हैं। कई बार ये जीवाणु हवा से भी पहुँच जाते हैं। ये जीवाणु दूध में मौजूद लैक्टोज़ से क्रिया करते हैं और उसे लैक्टिक अम्ल में बदल देते हैं। इसी के कारण दूध खट्टा हो जाता है।

तुमने यह भी देखा होगा कि दूध को गर्म करके रखने पर वह ज़्यादा समय तक खराब नहीं होता। यदि कच्चा दूध ही रख दें तो वह जल्दी खराब हो जाता है।

जब हम दूध को गर्म करते हैं तो उसमें उपस्थित जीवाणु मर जाते हैं। हवा से दोबारा जीवाणु पहुँचने में समय लगता है। इसलिए जीवाणुओं की अनुपस्थिति में दूध देर तक खराब होने से बचा रहता है।

दूध को तेज़ गरम करके 15-20 सेकण्ड तक गर्म रखकर तेज़ी-से

चित्र-1: दूध में नींबू का रस निचोड़ने से दूध की अम्लीयता बदल जाती है और दूध फट जाता है। यह प्रक्रिया पनीर बनाने के लिए भी इस्तेमाल की जाती है।



चित्र-2: पाश्चरीकरण की प्रक्रिया। इसके बाद दूध काफी देर तक खराब नहीं होता।

ठण्डा करने को पाश्चरीकरण कहते हैं। दरअसल, पैकेट में मिलने वाले दूध पर यही क्रिया की जाती है। इसलिए वह देर तक टिका रहता है।

तुमने यह भी देखा होगा कि गर्मियों में दूध जल्दी खराब होता है। इसका कारण यह है कि गर्मियों में सामान्य तापक्रम 35-40 सेंटीग्रेड के आसपास होता है जो जीवाणुओं की वृद्धि के लिए अनुकूल होता है। इसलिए जीवाणु जल्दी-जल्दी प्रजनन करते हैं और दूध जल्दी खराब हो जाता है।

दही जमना

इतना तो तुम्हें मालूम ही है कि दही जमाने के लिए हल्के गुनगुने दूध में थोड़ा-सा दही मिलाकर रख दिया जाता है। वास्तव में, दही जमने के लिए भी जीवाणु ही ज़िम्मेदार हैं। किन्तु ये जीवाणु दूध फाड़ने वाले जीवाणु से अलग होते हैं। दूध में मिलने पर ये जीवाणु वृद्धि करने लगते हैं। इसमें भी ठोस पदार्थ जम जाते हैं परन्तु यह क्रिया ज़्यादा समरूप होती है और पानी अलग नहीं होता। दही की खटास लैक्टिक अम्ल के कारण ही होती है।

चाहे दूध का फटना हो या दही का जमना, दोनों में मुख्य किरदार कैसीन होता है। जैसा कि हमने पहले ही कहा था, कैसीन अमीनो अम्लों की एक लड़ी होती है। यह तो हुई इसकी रासायनिक रचना। लेकिन प्रोटीन का बड़ा अणु विशिष्ट तरीके से तह किया होता है। इसे हम उसकी भौतिक रचना कह सकते हैं। फिर हमने देखा कि कैसीन के कई अणु मिलकर एक समूह यानी माइसेल बना लेते हैं जो उसे निलम्बित अवस्था में रखता है। यह कैसीन की रचना का तीसरा स्तर है। अम्लीयता

चित्र-3: *लैक्टोबैसिलस बैक्टीरिया लैक्टिक एसिड का उत्पादन करके और दूध के pH को कम करके, दूध को दही में बदल देते हैं। यही लैक्टिक एसिड दही को खट्टा स्वाद देता है।*

बदलने से यह तीसरी जमावट टूटने लगती है और कैसीन के अणु बड़े-बड़े समूह बनाने को स्वतंत्र हो जाते हैं। यही ताना-बाना दही की समरूपता के लिए ज़िम्मेदार होता है। दूध फटने में यही क्रिया इतनी तेज़ी-से होती है कि कैसीन के अणुओं को चारों ओर के अणुओं से जुड़ने की फुरसत ही नहीं मिलती और वे छोटे-छोटे थक्कों के रूप में नज़र आते हैं। दही में कैसीन के अणु एक सघन ताना-बाना बना लेते हैं और हमें एक अर्ध-ठोस दही मिल जाता है।

दूध में डालने से पहले यदि दही को गर्म कर दिया जाए या उबलते दूध में दही डाला जाए तो दही नहीं जमता। बता सकते हो क्यों?

सुशील जोशी: *एकलव्य* द्वारा संचालित स्रोत फीचर सेवा से जुड़े हैं। विज्ञान शिक्षण व लेखन में गहरी रुचि।

इस बार का सवाल: आम जहाँ से टूटता है, उस काले हिस्से का चोप गले में खराश क्यों पैदा करता है?

मृगांक चमोली, कक्षा - 5
केन्द्रीय विद्यालय, पौड़ी, उत्तराखण्ड

आप हमें अपने जवाब sandarbh@eklavya.in पर भेज सकते हैं।

प्रकाशित जवाब देने वाले शिक्षकों, विद्यार्थियों एवं अन्य को पुस्तकों का गिफ्ट वाउचर भेजा जाएगा जिससे वे पिटाराकार्ट से अपनी मनपसन्द किताबें खरीद सकते हैं।