Food Hygiene, Vol. 12, No. 48, Winter 2023

"Research article" **DOI: 10.30495/JFH.2023.1983288.1396**

Determination of histamine and tyramine levels in distributed cheeses in Qazvin by high-performance liquid chromatography method

Salahshooriyan, Z.[1], Movassagh, M.H.[2]

1. DVM Graduate, Faculty of Veterinary Medicine, Shabestar Branch, Islamic Azad University, Shabestar, Iran
2. Associate Professor, Department of Food Hygiene, Faculty of Veterinary Medicine, Shabestar Branch, Islamic Azad University, Shabestar, Iran
[*]Corresponding author: drmhmg@gmail.com
(Received: 2023/4/3 Accepted: 2023/6/19)

Abstract

Histamine and tyramine are biogenic amines, which are toxic compounds produced by several microorganisms as a result of the metabolism of some amino acids and the decarboxylation reaction during fermentation or food spoilage. This study aimed to investigate the content of histamine and tyramine in cheeses distributed in Qazvin. Sixty samples including 30 samples of Koozeh cheese, 15 samples of pasteurized cheese, and 15 samples of probiotic cheese were collected randomly from September to December 2021 from Qazvin. The content rates of histamine and tyramine in the samples were determined by high-performance liquid chromatography. All cheese samples contained histamine and the samples of Koozeh, pasteurized and probiotic cheeses contained 100%, 100% and 6.66% of histamine, respectively which are higher than the permissible limit (100 mg/kg). The mean value of histamine in the samples of Koozeh, pasteurized and probiotic cheeses were 208.37±34.94, 123.80 ± 12.04, and 66.67 ± 18.27 mg/kg, respectively ($p<0.05$). The values of tyramine in all the samples were within the permissible limit (600 mg/kg) and the mean values of tyramine in the samples of Koozeh, pasteurized and probiotic cheeses were 145.85 ± 15.24, 77.49 ± 10.34, and 45.98 ± 9.31 mg/kg, respectively($p<0.05$). According to the results, it seems that the use of Koozeh and pasteurized cheeses in Qazvin is not suitable for people who are sensitive to high levels of histamine, and it is recommended that this group of people use probiotic cheese.

Conflict of Interest: None declared.

Keywords: Histamine, Tyramine, Cheese, High-Performance Liquid Chromatography, Qazvin

«مقاله پژوهشی» DOI: 10.30495/JFH.2023.1983288.1396

تعیین میزان هیستامین و تیرامین در پنیرهای توزیعی در شهر قزوین با روش کروماتوگرافی مایع با کارایی بالا

میزان هیستامین و تیرامین در پنیرهای توزیعی در شهر قزوین

زهرا سلحشوریان[۱]، محمدحسین موثق[۲*]

۱- دانش‌آموخته دکتری عمومی دامپزشکی، دانشکده دامپزشکی، واحد شبستر، دانشگاه آزاد اسلامی، شبستر، ایران
۲- دانشیار بخش بهداشت مواد غذایی، دانشکده دامپزشکی، واحد شبستر، دانشگاه آزاد اسلامی، شبستر، ایران
*نویسنده مسئول مکاتبات: drmhmg@gmail.com

(دریافت مقاله: ۱۴۰۲/۱/۱۴ پذیرش نهایی: ۱۴۰۲/۳/۲۹)

چکیده

هیستامین و تیرامین از آمین‌های بیوژنیک هستند که این آمین‌های بیوژنیک ترکیبات سمی تولیدشده توسط تعدادی از میکروارگانیسم‌ها می‌باشند که به‌عنوان نتیجه متابولیسم برخی از اسیدهای آمینه و واکنش دکربوکسیلاسیون در طول تخمیر و یا فساد مواد غذایی تولید می‌شوند. هدف از این مطالعه، تعیین میزان هیستامین و تیرامین در پنیرهای توزیعی در شهر قزوین بود. تعداد ۶۰ نمونه شامل ۳۰ نمونه پنیر کوزه، ۱۵ نمونه پنیر پاستوریزه و ۱۵ نمونه پنیر پروبیوتیک از مهرماه لغایت آذرماه ۱۴۰۰ به‌صورت تصادفی ساده از سطح شهر قزوین جمع‌آوری شد. میزان هیستامین و تیرامین در نمونه‌ها با روش کروماتوگرافی مایع با کارایی بالا تعیین گردید. تمام نمونه‌های پنیرحاوی هیستامین بودند و در نمونه‌های پنیرکوزه، پاستوریزه و پروبیوتیک به ترتیب ۱۰۰، ۱۰۰ و ۶/۶۶ درصد نمونه‌ها حاوی هیستامین بیش‌ازحد مجاز (۱۰۰ میلی‌گرم در کیلوگرم) بودند. میانگین میزان هیستامین در پنیر کوزه، پاستوریزه و پروبیوتیک به ترتیب ۳۴/۹۴ ± ۲۰۸/۳۷، ۱۲/۰۴ ± ۱۲۳/۸۰ و ۱۸/۲۷ ± ۶۶/۶۷ میلی‌گرم در کیلوگرم بود (p<۰/۰۵). میزان تیرامین در نمونه‌های پنیرکوزه ، پاستوریزه و پروبیوتیک در حد مجاز(۶۰۰ میلی‌گرم در کیلوگرم)بود، و میانگین میزان تیرامین در پنیر کوزه، پاستوریزه و پروبیوتیک به ترتیب ۱۵/۲۴ ± ۱۴۵/۸۵، ۱۰/۳۴ ± ۷۷/۴۹ و ۹/۳۱ ± ۴۵/۹۸ میلی‌گرم در کیلوگرم بود (p<۰/۰۵). با توجه به نتایج حاصله به نظرمی رسد استفاده از پنیر کوزه و پاستوریزه در شهر قزوین برای افرادی که به میزان بالای هیستامین حساس هستند مناسب نمی‌باشد و توصیه می‌شود که این گروه از افراد از پنیر پروبیوتیک استفاده نمایند.

واژه‌های کلیدی: هیستامین، تیرامین، پنیر، کروماتوگرافی مایع با کارآیی بالا، قزوین

مقدمه

انواع آلودگی‌ها در شیر و فراورده‌های آن می‌تواند برای سلامت مصرف‌کنندگان مخاطره‌آمیز باشد. یکی از مهم‌ترین مواد در ترکیب شیر و فرآورده‌های آن پروتئین‌ها می‌باشد که نقش مهمی در تغذیه انسان دارد (Fox, 1993). آمین‌های بیوژنیک، موادی با وزن مولکولی پائین هستند که در اثر فعالیت دکربوکسیلازی میکروارگانیسم‌ها در مواد غذایی تخمیری و پنیرهای رسیده مشاهده می‌شوند. آمین‌های بیوژنیک در پنیر، در طول دوره رسیدن و نگهداری تولید می‌شوند و بیشترین آمین‌های شناسایی‌شده تیرامین، کادورین، هیستامین و پوتریسین می‌باشد(Zdolec *et al.* 2022 ; Mohtadiniya and khadem Haghigian, 2013).

مصرف مقادیر بیش‌ازحدآمین‌های بیوژنیک واکنش‌های جانبی مانند تهوع، سردرد، تغییرات در فشارخون و درد عضلات شکم در پی خواهد داشت درواقع آمین‌های بیوژنیک ترکیبات سمی تولیدشده توسط تعدادی از میکروارگانیسم‌ها هستند که به‌عنوان نتیجه متابولیسم برخی از اسیدهای آمینه و واکنش دکربوکسیلاسیون در طول تخمیر و یا فساد مواد غذایی تولید می‌شوند (Asadi and Tabatabaei Yazdi, 2016). مسمومیت با خوردن غذای حاوی مقادیر بالای هیستامین ممکن است باعث علائم خفیف یا شدید شود که حتی می‌تواند منجر به ایست قلبی شود (Moniente *et al.*, 2021). وجود هیستامین در مواد غذایی می‌تواند باعث برخی علائم مانند عرق کردن، قرمزی صورت، سردرد، تپش قلب، راش‌های قرمز روشن، سوزش دهانی در مصرف‌کنندگان گردد (Razavi Rouhani *et al.*, 2012).

هیستامین و تیرامین جزو عوامل مسمومیت‌زا محسوب می شوند و در برخی موارد در حضور داروها می‌توانند اثرات سینرژیستی و آنتاگونیستی در افراد داشته باشند(Mohtadiniya and khadem Haghigian, 2013).

باکتری‌های مولد اسیدلاکتیک توانایی تولید آمین‌های بیوژنیک در پنیر رادارند و با توجه به حضور این باکتری‌ها در شیر خام با توجه به نگهداری طولانی مدت پنیرها، برای طی مراحل رسیدن آمین‌های بیوژنیک در پنیر تولید می‌شود (Ruiz-Capillas and Herrero, 2019).

برای شناسایی و تعیین میزان آمین‌های بیوژنیک در انواع مواد غذایی از روش‌های آزمایشگاهی متنوعی استفاده می‌شود نظیر روش رنگ‌سنجی که فقط برای تعیین حضور هیستامین مناسب می‌باشد. امروزه از کیت‌های تجاری سریع که بر مبنای روش الایزا بوده برای تعیین حضور هیستامین در گوشت ماهی استفاده می‌شود. امروزه متداول‌ترین روش برای تعیین میزان آمین‌های بیوژنیک در مواد غذایی روش کروماتوگرافی مایع با کارایی بالا می‌باشد. در این روش می‌توان هم‌زمان چندین آمین بیوژن را شناسایی نمود (Ruiz-Capillas and Herrero, 2019).

با توجه به احتمال وجود هیستامین و تیرامین در پنیر، هدف از این مطالعه تعیین میزان هیستامین و تیرامین در پنیرهای کوزه (پنیر سنتی رایج در شهر قزوین)، پاستوریزه و پروبیوتیک توزیعی در شهر قزوین بود.

مواد و روش‌کار

- نمونه‌برداری

در این مطالعه، شهر قزوین به پنج منطقه شمال، غرب، شرق، مرکز و جنوب تقسیم‌بندی شد که از مهرماه لغایت آذرماه سال ۱۴۰۰ از مراکز عرضه پنیر، تعداد ۶۰ نمونه شامل:۱۵ نمونه پنیر پروبیوتیک (از دو برند ایرانی)، ۱۵ نمونه پنیر سفید پاستوریزه (از سه برند ایرانی و کم‌چرب) و ۳۰ نمونه از پنیر کوزه به‌صورت تصادفی ساده جمع‌آوری شد. نمونه‌ها در مجاورت کیسه‌های یخ به آزمایشگاه دانشکده بیوشیمی دانشگاه خوارزمی تهران جهت تعیین میزان هیستامین و تیرامین به روش کروماتوگرافی مایع با کارایی بالا ارسال شد.

- روش استخراج نمونه‌ها

مقدار ۵۰ گرم از هر نمونه پنیر وزن و سپس همگن شد. از هر یک از پنیرهای همگن‌شده ۱۰ گرم وزن گردید و به فالکن ۵۰ میلی‌لیتر منتقل شد و سپس ۲۵ میکرولیتر ۱ و ۷- دی آمینوهپتان (۱ میلی‌گرم بر میلی‌لیتر) به‌عنوان استاندارد داخلی اضافه شد. برای استخراج آمین‌ها ۲۰ میلی‌لیتر اسیدکلریدریک یک‌دهم مولار به هر یک از فالکن‌ها اضافه‌شده و توسط شیکر به مدت ۲ دقیقه به هم زده شد. سپس نمونه‌ها در دور ۱۲۰۰۰ و دمای ۴ درجه سلسیوس به مدت ۲۰ دقیقه سانتریفوژ شدند. مایع رویی بعد از صاف شدن جمع‌آوری شد و عمل استخراج روی قسمت جامد با ۲۰ میلی‌لیتر اسیدکلریدریک ۱ مولار دوباره انجام شد و مایع جمع‌آوری‌شده با مایع قبلی مخلوط شده با اسیدکلریدریک یک‌دهم مولار به حجم ۵۰ میلی‌لیتر رسانده شد (Innocente *et al.*, 2007).

- مشتق‌سازی

به‌منظور مشتق سازی هر نمونه ۱۰۰ میکرولیتر از آن برداشته شد و با ۱۰۰ میکرولیتر بافر بورات (pH برابر با ۹/۵)مخلوط شد و به‌عنوان عامل مشتق ساز ۵۰ میکرولیتر اورتوفتال‌دی‌آلدهید به آن اضافه شد. بعد از گذشت ۲ دقیقه برای متوقف نمودن عمل مشتق سازی ۲۵ میکرولیتر اسید کلریدریک هفت‌دهم مولار اضافه شد (Leuschner *et al.*,1999).

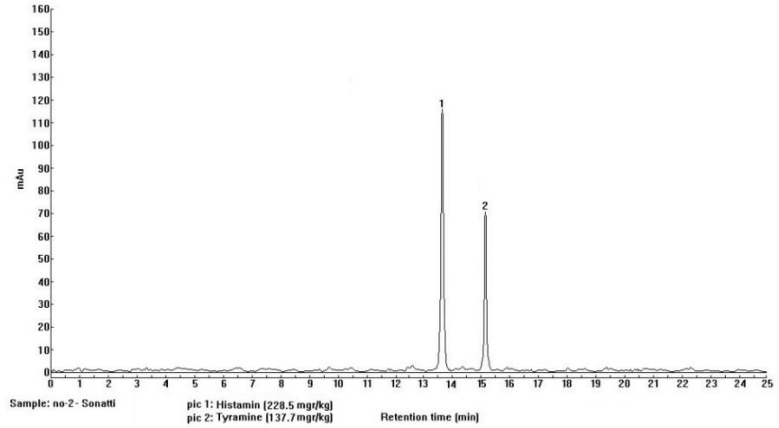
از دستگاه کروماتوگرافی(Unicam®- - England Crystal-200) و ستون فازمعکوس ODS (- Waters USA) استفاده گردید. تزریق توسط اتوسمپلر انجام گرفت (حجم تزریق ۲۰ میکرولیتر بود). روش شویش از نوع گرادیانت بوده و فاز متحرک شامل مخلوط بافر فسفات (pH =۶ متانول به نسبت ۱۰: ۹۰) حلال A و مخلوط متانول و تتراهیدروفوران به نسبت ۰/۹۹: ۳/۷ حلال B بود. شیب شستشو برای حلال‌های A و B به ترتیب زیر بود: از لحظه صفر تا دقیقه ۵ فاز متحرک A (۸۰ درصد) و فاز متحرک B (۲۰ درصد) از ۵ تا ده دقیقه، فاز متحرک A (۵۵ درصد) و فاز متحرک B (۴۵ درصد) از ۱۰ تا ۱۵ دقیقه، فاز متحرک A (۲۰ درصد) و فاز متحرک B (۸۰ درصد) ۱۵ تا ۱۷ دقیقه، فاز متحرک A (۱۵ درصد) و فاز متحرک B (۸۵ درصد) ۱۷ تا ۲۷ دقیقه، فاز متحرک A (۱۰ درصد) و فاز متحرک B (۹۰ درصد) ۲۷ تا ۳۰ دقیقه، فاز متحرک A (۶۰ درصد) و فاز متحرک B (۴۰ درصد) از ۳۰ تا ۳۳ دقیقه، فاز متحرک A (۸۰ درصد) و فاز متحرک B (۲۰ درصد) زمان بازداری هیستامین و تیرامین به ترتیب ۱۳/۷ و ۱۵/۲ دقیقه بودند (Innocente *et al.*, 2007). تمام محلول‌های مورداستفاده از شرکت مرک (آلمان) تهیه گردیده بود.

- روش آنالیز آماری

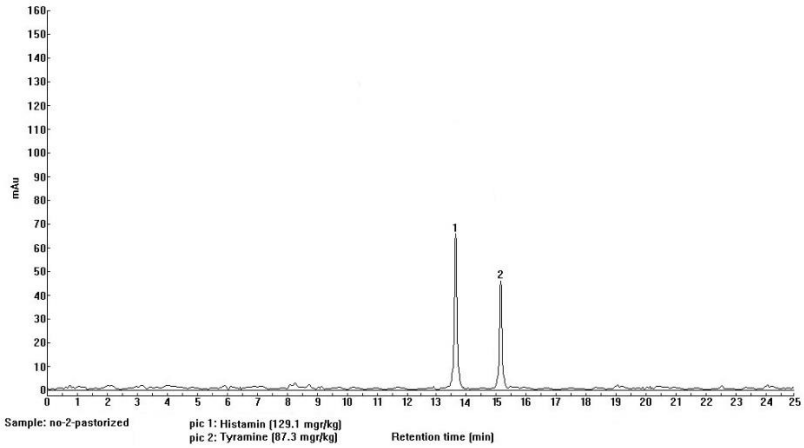
داده‌های حاصل تست نرمال شده و برخی شاخص‌های آماری محاسبه شد. نمونه‌ها ازنظر صفات موردمطالعه با آزمون گروه‌بندی یک‌طرفه (ONE WAY ANOVA) تجزیه واریانس گردید. برای مقایسه میانگین از آزمون دانکن استفاده شد. تمام آنالیزهای آماری با استفاده از نرم‌افزار SPSS (ویرایش ۲۲) انجام شد. سطح معنی‌داری $p<۰/۰۵$ در نظر گرفته شد.

یافته‌ها

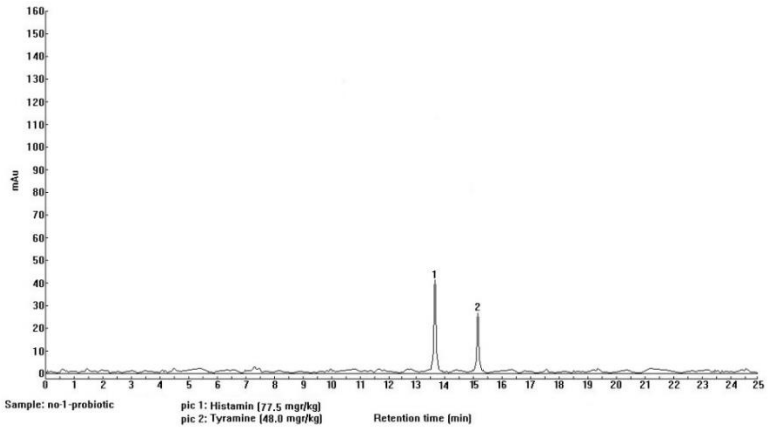
کروماتوگرام‌های نمونه مربوط به تعیین میزان هیستامین و تیرامین در انواع پنیر توزیعی در شهر قزوین در اشکال ۱ تا ۳ نشان داده‌شده است.



شکل ۱- کروماتوگرام مربوط به میزان هیستامین و تیرامین در پنیر کوزه جمع‌آوری‌شده از شهر قزوین



شکل ۲- کروماتوگرام مربوط به میزان هیستامین و تیرامین در پنیر پاستوریزه جمع‌آوری‌شده از سطح شهر قزوین



شکل ۳- کروماتوگرام مربوط به میزان هیستامین و تیرامین در پنیر پروبیوتیک جمع‌آوری‌شده از سطح شهر قزوین

نتایج مربوط به میزان میانگین هیستامین و تیرامین در نمونه‌ها و درصد نمونه‌های بیش‌ازحد مجاز در جدول(۱) نشان داده‌شده است.

جدول (۱) میانگین میزان هیستامین و تیرامین و درصد نمونه‌های بیش‌ازحد مجاز در نمونه‌های پنیر جمع‌آوری‌شده از سطح شهر قزوین

نوع پنیر	انحراف معیار ± میانگین (میلی‌گرم در کیلوگرم)		بیشینه (میلی‌گرم در کیلوگرم)		کمینه (میلی‌گرم در کیلوگرم)		درصد نمونه‌های بیش‌ازحد مجاز	
	هیستامین	تیرامین	هیستامین	تیرامین	هیستامین	تیرامین	هیستامین حد مجاز ۱۰۰ (میلی‌گرم در کیلوگرم)	تیرامین حد مجاز ۶۰۰ (میلی‌گرم در کیلوگرم)
پاستوریزه	۱۲۳/۸۰ ± ۱۲/۰۴	۷۷/۴۹ ± ۱۰/۳۴	۱۴۶/۲۰	۹۶/۸۰	۱۰۲/۴۰	۶۳/۷۰	۱۰۰	۰
پروبیوتیک	۶۶/۶۷ ± ۱۸/۲۷	۴۵/۹۸ ± ۹/۳۱	۱۰۴/۲۰	۶۰/۲۰	۴۴/۷۰	۳۰/۵۰	۶/۶۶	۰
کوزه	۲۰۸/۳۷ ± ۳۴/۹۴	۱۴۵/۸۵ ± ۱۵/۲۴	۵۲۷/۷	۱۸۱/۴۰	۱۳۸/۶۰	/۲۰ ۱۱۸	۱۰۰	۰

نتایج نشان می‌دهد که در هر دو متغیر موردمطالعه بین نوع محصول‌های مورد ارزیابی (پنیر پاستوریزه، پنیر پروبیوتیک و پنیر کوزه) اختلاف معنی‌داری وجود دارد ($p<۰/۰۵$). بیشترین میزان هیستامین و تیرامین در پنیر کوزه بود و کمترین میزان در پنیر پروبیوتیک مشاهده گردید (جدول ۲).

جدول (۲) مقایسه میانگین میزان هیستامین و تیرامین در انواع نمونه‌های پنیر در شهر قزوین

نوع پنیر	هیستامین (انحراف معیار ± میانگین) میلی‌گرم در کیلوگرم	تیرامین (انحراف معیار ± میانگین) میلی‌گرم در کیلوگرم
پاستوریزه	۱۲۳/۸۰ ± ۱۲/۰۴[b]	۷۷/۴۹ ± ۱۰/۳۴[b]
پروبیوتیک	۶۶/۶۷ ± ۱۸/۲۷[c]	۴۵/۹۸ ± ۹/۳۱[c]
کوزه	۲۰۸/۳۷ ± ۳۴/۹۴[a]	۱۴۵/۸۵ ± ۱۵/۲۴[a]
SEM	۷/۰۲	۳/۳۲
ارزش *p*	۰/۰۰۰۱	۰/۰۰۰۱

اعداد با حروف غیرمشابه اختلاف معنی‌دار با یکدیگر دارند.

بحث و نتیجه‌گیری

مشاهده مقادیر بالای هیستامین در پنیر کوزه و پاستوریزه نشان‌دهنده وجود شرایط مناسب برای فعالیت میکروارگانیسم‌های دخیل در تولید هیستامین در طی دوره نگهداری این نوع پنیرها می‌باشد. حداکثر میزان مجاز برای هیستامین ۱۰۰ میلی‌گرم در کیلوگرم می‌باشد (Feng *et al.*, 2018) که در مطالعه کنونی ۱۰۰ درصد پنیرهای کوزه و پاستوریزه و ۶/۶۶ درصد پنیرهای پروبیوتیک حاوی مقادیر هیستامین بیش‌ازحد مجاز بودند. در هیچ‌کدام از نمونه‌ها میزان تیرامین بیش‌ازحد مجاز (۶۰۰ میلی‌گرم در کیلوگرم) نبود (Campos-Gongora *et al.*, 2023).

در مطالعه‌ای در شهر ارومیه، میزان هیستامین در ۷۰ نمونه پنیر سنتی کوزه با روش کروماتوگرافی تعیین گردید. میزان میانگین هیستامین (۱۵۰/۸۹ ± ۳۰۴/۲۳ میلی‌گرم در کیلوگرم) بیش از مقادیر تعیین‌شده در مطالعه کنونی بود(Razavi Rouhani *et al.*, 2013).

در مطالعه‌ای که بر روی میزان هیستامین و تیرامین در پنیرهای پاستوریزه لیقوان و فتای یواف به روش کروماتوگرافی انجام گرفت، طی دوره دوماهه، هر ۱۵ روز نمونه‌گیری از پنیرها انجام گرفت. میزان هیستامین و تیرامین در پنیر لیقوان بیشتر از پنیر فتای یواف بود. در هر دو نوع پنیر میزان آمین‌های فوق کمتر از حد مجاز بودند که بامطالعه کنونی مغایرت دارد(Mohtadinia and Khadem Haghighian, 2014). به‌نظر می‌رسد علت این مغایرت در نوع پنیرهای بررسی‌شده باشد.

در مطالعه‌ای که بر روی پنیر دومیاتی (Domiati) در کشور مصر انجام‌شده است، نتایج نشان داده است که پاستوریزاسیون باعث کاهش محتوای آمین‌های بیوژنیک در پنیر می‌شود که به نظر می‌رسد علت آن کاهش تعداد باکتری‌های دخیل در تولید آمین‌های بیوژنیک می‌باشد (Elsanhoty *et al.*, 2009). البته در مطالعه کنونی ۱۰۰ درصد نمونه‌های پنیر پاستوریزه حاوی محتوای هیستامین بیش‌ازحد مجاز بودند.

نتایج مطالعه‌ای در شهر قنای مصر بر روی میزان آمین‌های بیوژنیک در پنیر کهنه کاریش(Kareish cheese) نشان داد که هیستامین بالاترین میزان میانگین را در بین انواع آمین‌ها داشت و در حدود ۳۲/۹۰ ± ۸۳۵ میلی‌گرم در کیلوگرم بود. میانگین تیرامین در

حدود ۳۷/۱۰ ± ۵۶۴ میلی‌گرم در کیلوگرم بود. مقادیر آمین‌های مطالعه فوق بیشتر از نتایج مطالعه کنونی می‌باشد (Fareed *et al.*, 2022).

در شهر وان ترکیه، میزان آمین‌های بیوژنیک در ۱۰۰ نمونه پنیر هربی (Herby cheese) با روش کروماتوگرافی تعیین گردید که نتایج نشان داد که میانگین هیستامین و تیرامین به ترتیب ۱۰/۰۸ ± ۵۴/۲۰ و ۰/۴۷ ± ۲/۲۴ میلی‌گرم در کیلوگرم بود که از مقادیر آمین‌های مطالعه کنونی کمتر بود. به نظر می‌رسد که دوره نگهداری در پنیر هربی ترکیه مهم‌ترین علت پائین بودن میزان آمین‌های بیوژنیک می‌باشد (Ekici *et al.*, 2018).

نتایج مطالعه‌ای در کشور کره جنوبی به روش کروماتوگرافی، نشان داد که از ۶۰ نمونه انواع پنیر توزیعی در سطح کشور، آمین‌های بیوژنیک در پنیرهای تازه شناسایی نگردید و کمتر از ۱۲۵ میلی‌گرم در کیلوگرم بود. میزان کل آمین‌های بیوژنیک در پنیرهای وارداتی پکورینو رومانو (Pecorino Romano) و گرانا پادانو (Grana Padano) بیش از ۱۰۰۰ میلی‌گرم در کیلوگرم بود. هیستامین به ترتیب ۸۶ و ۷۷ درصد آمین‌های بیوژنیک را تشکیل می‌داد (Kanadasamy *et al.*, 2021).

در مطالعه‌ای در شهر زاگازیک مصر، در ۴۰ نمونه پنیر سخت شامل پنیر چدار (Cheddar) و پنیر راس (Ras) میزان آمین‌های بیوژنیک به روش کروماتوگرافی تعیین گردید. میزان آمین‌های بیوژنیک در نمونه‌ها در حد مجاز بود و میزان میانگین هیستامین و تیرامین در پنیر چدار به ترتیب ۰/۸۹ ± ۳/۳۴ و ۰/۷ ± ۵/۲۹ و در پنیر راس ۱/۰۳ ± ۸/۲۸ و ۰/۷ ± ۴/۳۲ میلی‌گرم در ۱۰۰ گرم پنیر بود که مقادیر کمتر از نتایج مطالعه کنونی بود. به‌نظر می‌رسد که فاکتورهایی نظیر میزان pH و درصد نمک بر روی فعالیت دکربوکسیلازی باکتری‌های موجود در پنیر مؤثر می‌باشد (Hassan *et al.*, 2020).

در اکثر پنیرها در اول دوره رسیدن، پروتئولیز نقش اصلی در ایجاد بافت، طعم و بوی مناسب برای پنیر را بر عهده دارد. در طول این تغییرات اسیدهای آمینه هم تولید می‌شوند که پیش ساز تولید آمین‌های بیوژنیک هستند. میزان آمین‌های بیوژنیک در پنیر رابطه مستقیمی با میزان پروتئین در ماده خام اولیه، فعالیت پروتئولیتیکی آنزیم‌ها و حضور میکروارگانیسم‌ها دارد (Moreira *et al.*, 2018).

با توجه به نتایج حاصله به نظر می‌رسد استفاده از پنیر کوزه و پاستوریزه در شهر قزوین برای افرادی که به میزان بالای هیستامین حساس هستند مناسب نمی‌باشد و توصیه می‌شود که این گروه از افراد از پنیر پروبیوتیک استفاده نمایند.

سپاسگزاری

مقاله مستخرج از پایان‌نامه دوره دکترای حرفه‌ای رشته دامپزشکی دانشگاه آزاد اسلامی واحد شبستر می‌باشد. نگارندگان بر خود واجب می‌دانند که از همکاری آقای دکتر مسعود مشهدی اکبر بوجار برای آنالیز نمونه‌ها به روش کروماتوگرافی تقدیر و تشکر نماید. لازم به ذکر است که ملاحظات اخلاقی در تمام مراحل تحقیق رعایت گردیده است و کد اخلاق به شماره شناسه IR.IAU.TABRIZ.REC.1401.089 می‌باشد.

تعارض منافع

نویسندگان هیچ‌گونه تعارض منافعی برای اعلام ندارند.

منابع

- Asadi, A. and Tabatabaei Yazdi, F. (2016), Investigating the factors affecting the formation of biogenic amines in cheese and its reduction techniques. The second scientific-research conference on Iranian science and food industry. Tehran, Iran. [In Persian]
- Campos-Gongora, E., Gonzalez-Martínez, M.T., Lopez-Hernandez, A.A., Arredondo-Mendoza, G.I., Ortega-Villarreal, A.S., Gonzalea-Martinez, B.E. *et al.*, (2023). Histamine and Tyramine in Chihuahua Cheeses during Shelf Life: Association with the Presence of tdc and hdc Genes. Molecules, 28(7): 1-12.
- Ekici, K., Okut, H., Isleyici, O., Sancak, Y. and Tuncay, R.M. (2018). The determination of some microbiological and chemical features in Herby cheese. Foods, 8(23): 1-11.
- Elsanhoty, R.M., Mahrous, H. and Ghanaimy, G.A. (2009). Chemical, microbial count and evaluation of biogenic amines during the ripening of Egyptian soft Domiati cheese made from raw and pasteurized buffalos' milk. International Journal of Dairy Science, 4(2): 80-90.
- Fareed, F., El-zamkan, M., Shaban Ahmad, A., Mokhtar, A., A., Noseer, E.A., Salah, M. *et al.*, (2022). Biogenic amines levels in old Kareish cheese and ripened Domiati cheese, Qena, Egypt. International Journal of Veterinary Sciences, 5(2): 55-67.
- Feng, X., Ashly, J., Zhou, T., Halder, A. and Sun, Y. (2018). A facile molecularly imprinted polymer-based fluorometric assay for detection of histamine. Royal Society of Chemistry Advances, 8: 2365-2372.
- Fox, P.F. (1993). Cheese: An overview. Cheese: chemistry, physics and microbiology. 2nd Edition, Springer, Chapman and Hall Publication, pp: 1-5.
- Hassan, M.A., Abd El-Aal, S., Kamal, R.M., Ahmed, Y.A. and Nasseif, M. (2020). Determination of biogenic amines in hard cheeses by high performance liquid chromatography. Benha Veterinary Medical Journal, 38: 43-47.
- Innocente, N., Biasutti, M., Padovese, M., and Moret, S. (2007). Determination of biogenic amines in cheese using HPLC technique and direct derivatization of acid extract. Food Chemistry, 101(3): 1285-1289.
- Kandasamy, S., Yoo, J., Yun, J., Kang, H.B., Seol, K.H. and Ham, J.S. (2021). Quantitative analysis of biogenic amines in different cheese varieties obtained from the Korean domestic and retail markets. Metabolites, 11(31): 1-16.
- Leuschner, R.G.K., Kurihara, R. and Hammes, W.P. (1999). Formation of biogenic amines by proteolytic enterococci during cheese ripening. Journal of the Science of Food and Agriculture. 79(8): 1141-1144.
- Mohtadiniya, J. and Khadem Haghigian, H. (2013). Determining the amount of histamine and tyramine in pasteurized Lighvan and UF feta cheeses during the periods of ripening by the high- performance liquid chromatography method. Journal of Alborz University of Medical Sciences, 3(2): 96-102. [In Persian]
- Moniente, M., Garcia-Gonzalo, D., Ontanon, I., Pagán, R. and Botello-Morte, L., (2021). Histamine accumulation in dairy products: Microbial causes, techniques for the detection of histamine-producing microbiota, and potential solutions. Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety, 20(2): 1481-1523.

- Moreira, G.M.M., Costa, R.G.B., Teodoro, A.M., Paula, D.S., Fernandes, G. and Gloria, M.B. (2018). Effect of ripening time on proteolysis, free amino acids, bioactive amines and texture profile of Gorgonzola-type cheese. LWT-Food Science and Technology, 98: 583-590.
- Razavi Rouhani, S. Hasanzadazar, H. and Ali Akbarlou, J.A. (2012). Determining the amount of histamine in Koopeh cheeses in West Azarbaijan province by HPLC method. Journal of Food Hygiene, 3(1): 1-9. [In Persian]
- Ruiz-Capillas, C. and Herrero, M. (2019). Biogenic amines on food safety. 1st publication, MDPI Press, Basel, Switzerland, pp: 1-16.
- Zdolec, N., Bogdanovic, T., Severin, K., Dobranic, V., Kazazic, S., Grbavac, J., Pleadin, Jelka., Petricevic, S. and Kis, M. (2022). Biogenic amine content in retailed cheese varieties produced with commercial bacterial or mold cultures. Process, 10(10): 1-10.