بررسی بقای ویروس های روده ای بیماری زا در گوشت قرمز و سفید در شرایط پخت بر مبنای شاخص انتروباکتریوفاژ MS2

پرنیان پزشکی [۱]، سید محمدباقر حبیبی نجفی [۲*]، مسعود یاورمنش [۳]، محبت محبی [۴]، مرتضی عباس زادگان [۵]

۱- دانشجوی دکتری میکروبیولوژی مواد غذایی، گروه علوم و صنایع غذایی، دانشگاه فردوسی مشهد
۲- استاد ، گروه علوم و صنایع غذایی، دانشگاه فردوسی مشهد.
۳- استادیار، دانشگاه فردوسی مشهد ، دانشکده کشاورزی، گروه علوم و صنایع غذایی
٤- دانشیار، دانشگاه فردوسی مشهد ، دانشکده کشاورزی، گروه علوم و صنایع غذایی
۵- استاد، دانشگاه ایالتی آریزونا ، بنیاد ملی علوم آب و مرکز فناوری زیست محیطی

(تاریخ دریافت: ۹٤/۰۳/۲۹ تاریخ پذیرش: ۹٤/۱۰/۲۸)

چکیده

امروزه نگرانی درباره انتقال برخی ویروس های گوارشی حیوانی که ارتباط نزدیک با گونه های پاتوژن انسانی دارند، از طریق حیوانات و یا مصرف فرآورده های حاصل از آنها در حال افزایش است. لذا به کارگیری روشهای فراوری مناسب برای کنترل و یا حذف این مخاطرات ضروری می باشد. هدف از این مطالعه بررسی بقای ویروس های روده ای بیماریزا در گوشت قرمز و سفید در شرایط پخت بر مبنای شاخص انتروباکتریوفاژ MS2می باشد. بر این اساس از گوشت ران گوسفند و سینه مرغ قطعاتی به ابعاد ۱۰×۱۰×۱/۵ cm^3 تهیه و سه رقت $۱۰^۱$، $۱۰^۳$ و $۱۰^۵$PFU/ml اینتروباکتریوفاژ MS2 به سطح آن تلقیح شد. نمونه ها به دو گروه تکه های استیکی و گوشت چرخ شده تقسیم بندی شد. جهت بررسی اثر دما بر ویروس شاخص، قطعات گوشت آلوده به ویروس در فویل آلومینیمی پیچیده و در آون با دمای ۹۵ درجه سانتیگراد به مدت ۱ ساعت پخته شد. به منظور شمارش ویروس MS2 از روش شمارش پلاک استفاده شد. نتایج ،تأثیر معنادار دما ($P\leq۰/۰۵$) را در کلیه سطوح تلقیح و در تمامی نمونه ها بر بقای ویروس نشان داد. این در حالی بود که درگوشت چرخ شده قرمز و سفید، کاهش کمتری در تعداد ویروس مشاهده شد($P\leq۰/۰۵$). همچنین با توجه به یافته های تحقیق، نرخ زنده مانی MS2 پس از تیمار حرارتی در گوشت قرمز بیش از گوشت سفید گزارش شد.

کلید واژگان: ویروس های روده ای، گوشت قرمز، گوشت سفید، دما

*مسئول مکاتبات: habibi@um.ac.ir

۱- مقدمه

امروزه در جهان، بیماری های ناشی از غذا به عنوان یکی از مهم ترین و شایع ترین مشکلات سلامتی انسان مطرح است [۱]. از میان مخاطرات، ویروس ها به عنوان یکی از مهم ترین عوامل این بیماری ها به تنهایی باعث حدود ۵/۵ میلیون (۵۹٪) بیماری ناشی از مصرف غذای آلوده شده است [۲]. ویروس ها می توانند از طریق آلودگی مدفوعی آب و غذا و همچنین با چسبندگی به سطوح، انتقال یابند. مهم ترین ویروس های منتقله از طریق غذا ، ویروس های روده ای هستند که نسبتاً در محیط خارج از بدن پایدارند [۳]. بنا بر مطالعات سیر در سال ۲۰۰۲ ویروس های روده ای خصوصیاتی دارند که آنها را در برابر شرایط محیطی پایدار و نسبت به آنزیم ها و pH (مشابه با شرایط دستگاه گوارش) مقاوم می سازد. چنین به نظر می رسد که غذا ناقل مناسبی برای انتقال ویروس ها به انسان باشد چراکه این موجودات توانایی مقاومت به بسیاری از فرآیند های غذایی و شرایط نگهداری آنها را دارند، از طرف دیگر علاوه بر پایداری، مقادیر بسیار کم ویروس برای عفونت زایی کافیست به طوریکه کمتر از ۱۰ عدد ذره ویروس می تواند انسان را بیمار کند [٤]. امروزه نگرانی درباره انتقال برخی ویروس های گوارشی حیوانی که ارتباط نزدیک با گونه های پاتوژن انسانی دارند، از طریق حیوانات در حال افزایش است[٥]. با افزایش شواهد مبنی بر حضور گونه های ویروسی حیوانی که قرابت زیادی با گونه های انسانی دارد،این نگرانی در مورد نوترکیبی بین گونه ای و پتانسیل انتقال حیوانی این ویروس ها از طریق فرآورده های گوشتی خام و یا کاملاً پخته نشده وجود دارد[۷،٦]. از زمانی که ویروس های روده ای حیوانی مانند HEV[1], NoV[2] و RV[3] در روده یافت شد و از مواد دفعی ایزوله گردید، این احتمال می رود که سطح لاشه ها و فرآورده های گوشتی طی عملیات کشتار و پوست کنی، به همراه باکتری های روده ای، به این ویروس ها آلوده شوند. ویروس های روده ای ذکر شده، قابل کشت نیستند و لذا برای شناسایی آنها باید از کشت بافت یا تکنیک های مولکولی استفاده کرد که برای غربالگری روزمره بسیار گران قیمت و زمان بر به شمار می روند[۹،۸]. بنابراین، استفاده از میکروارگانیسم شاخص قابل کشت جهت تعیین حضور ویروس های روده ای که در صنعت غذا بسیار حائز اهمیت است، امری ضروری می باشد.جهت تعیین حضور ویروس های روده ای، F-RNA coliphages به عنوان یک شاخص ویروسی مناسب برای آلودگی آب و غذا پیشنهاد شده است زیرا از لحاظ اندازه، تقارن و ماندگاری در سطح مواد غذایی مشابه ویروس های روده ای هستند. این باکتریوفاژ قابلیت تکثیر در محیط را نداشته و به راحتی با سرعت زیاد و به طور اقتصادی قابل کشت می باشند [۱۰، ۱۱]. MS2 یکی از اعضای اصلی سروتیپ نوع یک از این گروه است که میزبان باکتریایی آن ، E.coli بوده و لذا این باکتریوفاژ در مقادیرزیاد در فاضلاب و مدفوع حیوانی یافت می شود و بیشترین کاربرد را در مدلسازی دارد[۱۰].

با توجه به احتمال آلودگی سطح لاشه دام و طیور به محتویات روده ای حیوانات در هنگام ذبح و تخلیه امعاء و احشا، نگرانی در مورد حضور ویروس های روده ای به همراه باکتری های آلوده کننده نیز افزایش می یابد. بررسی منابع مختلف نشان داد تا کنون هیچ گونه مطالعه ای در زمینه بقا و ماندگاری ویروس های روده ای در گوشت تازه و فرآوری شده گاو، گوسفند و مرغ صورت نگرفته است. مطالعات برندسما و همکاران در سال ۲۰۱۲ در مورد بررسی بقای ویروس MS2 و مورین نوروویروس(MNV) در گوشت خوک طی شرایط نگهداری در دمای ۲ درجه سانتیگراد، و کالسون و همکاران در سال۲۰۱۰ در بررسی نقش فیگاتلو (نوعی سوسیس حاصل از جگر خوک که به صورت خام مصرف می شود) به عنوان منبع عفونت هپاتیت نوع E تنها تحقیقاتی هستند که می توان به آنها در زمینه بررسی بقای ویروس ها در گوشت اشاره کرد. تعداد محدودی مطالعه نیز بر روی زنده مانی ویروس هایی نظیر پولیوویروس[4]، نوروویروس و ویروس هپاتیت A در مواد غذایی دریایی مانند صدف های خوراکی به صورت خام یا پخته انجام شده است[۸، ۱۲]. همچنین داوسون و همکاران در سال ۲۰۰۵ بقای ویروس ها در میوه ها و سبزیجات آماده مصرف بر مبنای شاخص MS2 را در دمای پایین نگهداری مورد مطالعه قرار دادند. بنابراین توجه ویژه به حضور ویروس های روده ای و بقای آنها در گوشت قرمز و سفید که بخش مهمی از سبد غذایی ما را در بر میگیرد، ضروری

1. Hepatitis E Viruse
2. Norovirus
3. Rotavirus
4. Poliovirus

است و فرآیندهای مختلف از جمله پختن می تواند حضور این نوع ویروس ها را در گوشت تحت تأثیر قرار دهد. بر این اساس، هدف از این مطالعه بررسی بقای ویروس های روده ای گوشت قرمز و سفید تحت تأثیر شرایط پخت می باشد.

۲- مواد و روش ها

گوشت گوسفند و مرغ به ترتیب از کشتارگاه صنعتی مشهد و مرکز دامپروری تحقیقاتی دانشکده کشاورزی دانشگاه فردوسی مشهد تهیه شد. از گوشت ران گوسفند و سینه مرغ قطعاتی به ابعاد ۱۰×۱۰×۱/۵ cm^3 تهیه و چربی های اضافی آن جداسازی شد[۹]. انتروباکتریوفاژ MS2 (ATCC # 15597-B1) و میزبان باکتریایی آن، E.coli Famp (ATCC#700891) بر طبق پروتکل USEPA 1601 [5] تهیه و تکثیر شد[۱۳] . سه غلظت از MS2 با رقت های 10^1، 10^3 و 10^5 PFU/ml در بافر فسفات (pH = ۷/۲) به عنوان مایه تلقیح آماده سازی و سپس ۱ml از آن به سطح نمونه ها تلقیح و با استفاده از یک میله شیشه ای خمیده گسترش داده شد. نمونه ها به دو گروه تکه های استیکی و گوشت چرخ شده (چرخ کردن نمونه ها پس از تلقیح صورت گرفت) تقسیم بندی شد. جهت بررسی اثر دما بر ویروس شاخص، قطعات گوشت آلوده به ویروس در فویل آلومینیمی که قبلاً توسط اشعه ماورابنفش استریل گردیده بود، پیچیده و در آون با دمای ۹۵ درجه سانتیگراد به مدت ۱ ساعت پخته شد[۱۲]. در پایان فرایند پخت، جهت استخراج ویروس از سطح گوشت، تحت شرایط استریل قطعات پخته شده به کیسه های استومیکر (ساخت شرکت Interscience فرانسه) منتقل و به مدت ۲ دقیقه با ۱۰۰ میلی لیتر عصاره گوشت در دستگاه استومیکر (Stomacher 400 circulator Seward, made in England) هموژن گردید[۹]. به منظور شمارش ویروس MS2 از روش شمارش پلاک منطبق بر پروتکل USEPA 1601 استفاده شد. به منظور بررسی درصد بازیافت ویروس از گوشت، نمونه شاهد پس از تلقیح ویروس، به مدت ۳۰ دقیقه در شرایط استریل در دمای اتاق نگهداری شد و سپس بدون قرار گرفتن در معرض تیمار حرارتی ،مشابه با روش ذکر شده در بالا با استفاده از دستگاه استومیکر استخراج ویروس صورت گرفت.

در این مطالعه از طرح فاکتوریل کاملا تصادفی استفاده گردید. به منظور مقایسه میانگین‌ها (n=۵) از آزمون مقایسه میانگین LSD [6] استفاده گردید و آنالیز واریانس و مقایسه میانگین‌ها توسط نرم افزار MINITAB, Ver.17 انجام گرفت. همچنین برای رسم نمودارها از نرم افزار Excel استفاده گردید.

۳- نتایج و بحث

نتایج تأثیر دمای پخت بر زنده مانی انتروباکتریوفاژ MS2 در گوشت استیک و چرخ شده گوسفند و مرغ به ترتیب در جداول ۱ و ۲ گزارش شده است. بر اساس نتایج به دست آمده در جدول ۱، دمای پخت در تمامی غلظت های تلقیح شده به طور معناداری سبب کاهش بقای MS2 در گوشت گوسفند شد در حالیکه غیرفعالسازی کامل ویروس در شرایط پخت مشاهده نشد. دما یکی از عوامل فیزیکی است که نقش آن در پایداری ویروس ها به بهترین نحو شناسایی شده است و به عنوان یکی از فاکتورهای اصلی در بقای باکتریوفاژها به شمار می آید. مکانیسم غیرفعالسازی ویروس ها توسط دما از سه طریق دناتوراسیون پروتئین ها، تخریب RNA و تأثیر بر فعالیت آنزیمی صورت می گیرد[١٤، ١٥]. تحقیقات اخیر نشان می دهد که دمای بالا با دناتوراسیون پروتئین های ویروسی سبب غیرفعالسازی ویروس ها می شود[١٥]. فنگ و همکارانش در سال ۲۰۰۳ با توجه به نتایج تحقیقات نشان دادند که بهترین محدوده دمایی برای انتروباکتریوفاژ MS2 دماهای ۵- ۳۵ درجه سانتیگراد است و با خارج شدن از این محدوده غیرفعالسازی ویروس افزایش می یابد. پکسون و همکارانش در سال ۲۰۰۹ تأثیر حرارت، اشعه UV واکسیژن یگانه[7] را بر غیر فعال سازی MS2 در نمونه آب دریاچه بررسی کردند و به این نتیجه رسیدند که جمعیت این ویروس در دمای ۷۲ درجه سانتیگراد به مدت ۳ دقیقه، ۸/٦ سیکل لگاریتمی کاهش یافت[١٦]. از شمارش ویروس های فعال در گوشت استیک و چرخ شده مرغ پس از تحمل شرایط پخت نیز نتایج مشابهی طبق جدول ۲ به دست آمد.

5. United State Environmental Protection Agency

6 . least Significant Difference (LSD) Test
7 . Singlet Oxygen

Table1 Effect of baking temperature on MS2 survival on steak and ground lamb

Spiking Concentration (PFU/ml)	Recovery (%)	MS2 Survival Rate (log PFU/ml)					
		Control		Steak lamb		Ground Lamb	
		Mean	SD	Mean	SD	Mean	SD
10	60.0	0.75Ac	0.06	0.00 Bc	0.00	0.06 Bc	0.02
10^3	57.8	2.75Ab	0.19	0.93Bb	0.11	1.10Bb	0.10
10^5	62.4	4.79Aa	0.05	2.03Ca	0.13	2.80Ba	0.06

Note: Quantities with the same letters by LSD test showed no significant difference at 5% level .Capital letters indicate differences among rows and lower case letters indicate differences between columns.

Table 2 Effect of baking temperature on MS2 survival on steak and ground chicken

Spiking Concentration (PFU/ml)	Recovery (%)	MS2 Survival Rate (log PFU/ml)					
		Control		Steak chicken		Ground chicken	
		Mean	SD	Mean	SD	Mean	SD
10	56.0	0.71Ac	0.03	0.00Bc	0.00	0.0Bc	0.00
10^3	53.11	2.73Ab	0.07	0.79Bb	0.14	0.93Bb	0.18
10^5	62.8	4.79Aa	0.12	1.46Ca	0.22	2.16Ba	0.11

Note: Quantities with the same letters by LSD test showed no significant difference at 5% level .Capital letters indicate differences among rows and lower case letters indicate differences between columns.

همچنین در نتایج به دست آمده از تحقیق حاضر، نسبت بالای نرخ زنده مانی اینتروباکتریوفاژ MS2 در غلظت های بالای تلقیح پس از تحمل دمای پخت نسبت به غلظت های پایین مایه تلقیح در تمامی نمونه ها مشاهده شد. این روند که در شکل های ۱ و ۲ نشان داده شده است، را می توان به تمایل ویروس ها به تجمع در غلظت های بالا و اثر حمایتی ویروس ها در حالت تجمعی نسبت به عوامل نامساعد محیطی از جمله دما نسبت داد. برنک در سال ۲۰۰۹ نشان داد که هر ۱۰ – ۲۰ ذره ویروس می تواند ایجاد یک تجمع کند که این حالت سبب مقاومت بیشتر ویروس MS2 نسبت به عوامل ضدعفونی کننده می شود[۱۷].

مقایسه بقای انتروباکتریوفاژ MS2 در هر دو نمونه گوشت قرمز و سفید نشان داد که تنها در نمونه های با مایه تلقیح 10^5 PFU/ml بین گوشت استیک و چرخ شده تفاوت معنادار وجود دارد($p\leq0.05$).

در گوشت استیک شده ویروس فقط در سطح تلقیح شد در حالیکه در گوشت چرخ شده پس از تلقیح ، ویروس به داخل گوشت نفوذ کرده و سطح تماس و دسترسی ویروس طی فرآوری به ترکیبات گوشت افزایش یافت.

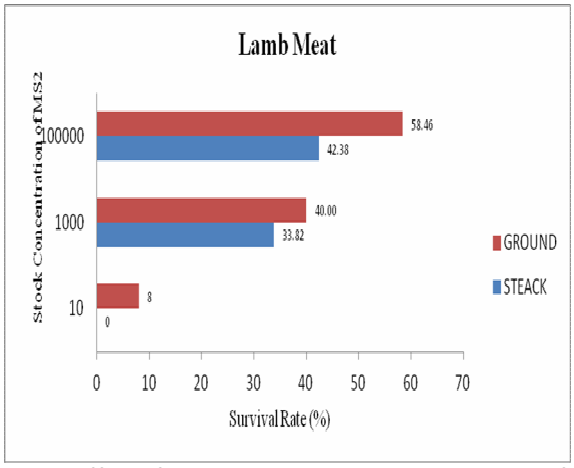

Fig1 Effect of baking temperature on survival rate of MS2 on steak and ground lamb.

نتایج تحقیقات متعدد نشان داده است ترکیبات غذایی نظیر پروتئین ها و چربی ها مقاومت حرارتی ویروس ها را افزایش می دهد[۱۳، ۱۸،۱۹]. بنابراین می توان بقای ویروس در گوشت چرخ شده نسبت به استیکی را به دسترسی بیشتر ویروس به مواد غذایی در گوشت چرخ شده و بهره مندی بیشتر از اثر حفاظتی این مواد نسبت داد.

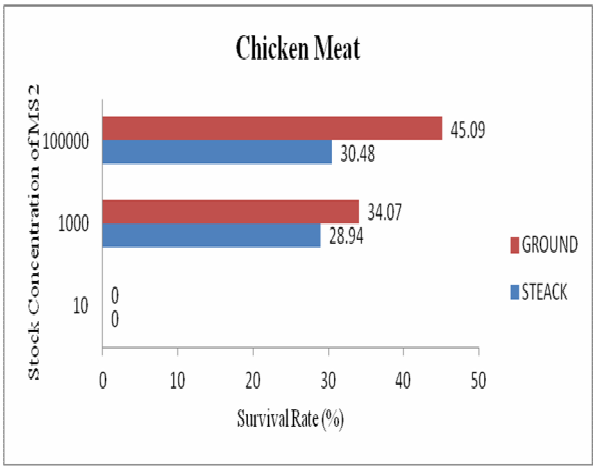

Fig 2 Effect of baking temperature on survival rate of MS2 on steak and ground chicken.

از سوی دیگر کالدیرا و پیبادی در سال ۲۰۰۷ به نقش باندهای دی سولفیدی در مقاومت حرارتی فاژ ها اشاره کردند به طوری که ویروس ها در حضور عوامل احیاء کننده به دلیل شکسته شدن پیوند دی سولفیدی بین دایمرهای پروتئینی پوشش[8] و کپسید خود، پایداری حرارتی کمتری نشان می دهند[۲۰]. این مورد با توجه به شرایط احیاکنندگی بیشتر گوشت چرخ شده نسبت به استیک و بقای بیشتر MS2 در نمونه های چرخ شده با نتایج حاصل از مطالعه حاضر مغایرت دارد که آن را می توان به ساختار متفاوت انتروباکتریوفاژ MS2 و عدم دارا بودن پوشش بر روی کپسید نسبت داد[۱۰].

همچنین نتایج مقایسه میانگین نمونه های گوشت سفید و قرمز نشان داد که زنده مانی ویروس MS2 در گوشت قرمز بیشتر از گوشت مرغ در هر دو حالت استیک و چرخ شده است که این تفاوت در غلظت بالای تلقیح ($PFU/ml10^{5}$) در سطح احتمال ۵٪ معنادار بود(شکل ۳ و ٤). این نتیجه را می توان به ترکیبات و ویژگی های فیزیکوشیمیایی متفاوت گوشت سفید و قرمز نسبت داد. در تحقیقات متعدد به نقش حمایتی چربی در برابر فرایندهای غیرفعالسازی ویروس اشاره شده است. با توجه به میزان بالای چربی در گوشت قرمز نسبت به گوشت مرغ، نتایج این تحقیق نیز مؤید این امر است[۱۳، ۱۸، ۱۹، ۲۱].

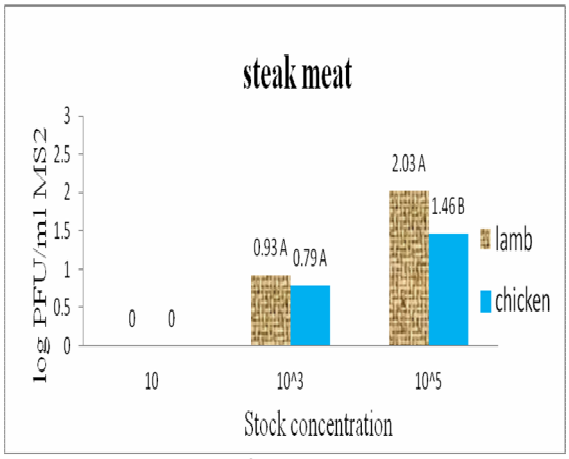

Fig 3 Comparison of MS2 survival on lamb and chicken steaks in baking condition.

در تحقیقات صورت گرفته توسط فنگ و همکاران در سال ۲۰۰۳ مشخص شد که اینتروباکتریوفاژ MS2 در pH های اسیدی نسبت به pH های قلیایی شرایط غیرفعالسازی را بهتر تحمل می کند. گوشت مرغ به دلیل ذخایر کمتر گلیکوژن نسبت به گوشت قرمز، دارای اسیدیته کمتری است[۲۲] و لذا شرایط برای ویروس MS2 نامساعد تر است. انتروباکتریوفاژ MS2 به دلیل ساختار پروتئینی خود در pH های خنثی دارای بارالکتریکی منفی است که سبب ایجاد دافعه بین ذرات ویروس و در نتیجه پراکندگی آن می شود. با کاهش pH و حرکت به سمت نقطه ایزوالکتریک پروتئین های MS2 (Ip =۳/۹ -٤/۱) از بارهای همنام کاسته شده و شرایط برای تجمع ذرات ویروس فراهم می شود. تجمع سبب کاهش غیرفعالسازی ویروس می شود[۱۷، ۲۳].

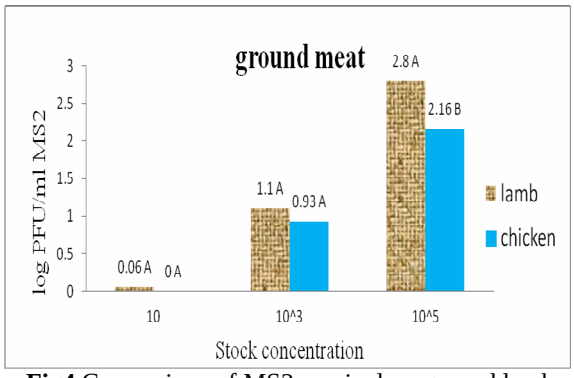

Fig4 Comparison of MS2 survival on ground lamb and chicken in baking condition.

از دیگر دلایل مقاومت حرارتی بیشتر انتروباکتریوفاژ MS2 در گوشت گوسفند نسبت به مرغ، می توان به غلظت بالای کاتیون

8 . Envelope

هایی نظیر Ca^{+2} و Mg^{+2} در گوشت قرمز اشاره کرد. مطالعات نشان داده است که حضور ترکیبات یونی به خصوص کاتیون های دوظرفیتی نظیر نمک های کلسیم و منیزیم به دلیل خنثی سازی بار منفی سطح فاژها و تسهیل تجمع ذرات فاژ سبب افزایش مقاوت حرارتی آنها می شوند[۲۳، ۲٤].

۳- نتیجه گیری

امروزه فرایندهای غیرفعالسازی ویروس های روده ای در مواد غذایی، از اهمیت زیادی برخوردار است ولی بررسی منابع نشان داد تاکنون نتایجی از بررسی نقش فرایند حرارتی بر غیرفعالسازی ویروس ها در گوشت منتشر نشده است. نتایج این مطالعه نشان داد شرایط پخت گوشت(۹۵ درجه سانتیگراد به مدت ۱ ساعت) به طور معناداری ($P\leq ۰/۰۵$)بقای ویروس مدل MS2 را کاهش داد ولی غیرفعالسازی کامل مشاهده نشد. همچنین پایداری حرارتی انتروباکتریوفاژMS2 در گوشت قرمز نسبت به گوشت سفید با توجه به ماهیت فیزیکوشیمیایی این نمونه ها، بیشتر بود.

٤- منابع

[1] Horm, K.M. 2011. Survival of Human Norovirus Surrogates In Juices and their Inactivation Using Novel Methods. Master's Thesis, University of Tennessee.

[2] Scallan, E., Hoekstra, R.M., Angulo, F.J., Tauxe, R.V., Widdowson, M., Roy, S.L., Jones, J.L.,Griffin P.M. 2011. Foodborne illness acquired in the United States-major pathogens. *Emerging Infectious Disease* 7, 1055-1061.

[3] Sair, A.I., D'Souza, D.H., Jaykus, L.A. 2002. Human enteric viruses as causes of foodborne disease. *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety* 1, 73–89.

[4] Center for Disease Control and Prevention (CDC). 2010. Norovirus: Technical Fact Sheet. http://www.cdc.gov/ncidod/dvrd/revb/gastro/norovirus-factsheet.htm . Page last modified on February 23, 2010. Page accessed 9/5/10.

[5] Jones, T.H., Johns, M. W. 2009. Improved Detection of F-Specific RNA Coliphages in Fecal Material by Extraction and Polyethylene Glycol Precipitation. *Applied and Environmental Microbiology*, vol. 75 , No 19, p 6142–6146.

[6] Martella, V., Bányai, K., Lorusso, E., Bellacicco, A.L., Decaro, N., Mari, V., Saif, L., Costantini, V., De, G.S., Pezzotti, G., Lavazza, A., Buonavoglia, C. 2008. Genetic heterogeneity of porcine enteric caliciviruses identified from diarrhoeic piglets. *Virus Genes* 36, 365–373.

[7] Scipioni, A., Mauroy, A., Vinjé, J., Thiry, E. 2008. Animal noroviruses. *The Veterinary Journal* 178, 32–45.

[8] Doré, W.J., Henshilwood, K., Lees, D.N. 2000. Evaluation of F-specific RNA bacteriophage as a candidate human enteric virus indicator for bivalve molluscan shellfish. *Applied and Environmental Microbiology* 66, 1280–1285.

[9] Jones, T.H., Muehlhauser, V., Croken, G. 2012. Development of an optimized method for the recovery of infectious F-RNA coliphage MS2 from meat. *Journal of Virological Methods* 185, 69–73.

[10] Dawson, D.J., Paish, A., Staffell, L.M., Seymour, I.J., Appleton, H. 2005. Survival of viruses on fresh produce, using MS2 as a surrogate for norovirus. *Journal of Applied Microbiology* 98, 203–209.

[11] Feng, Y.Y., Ong, S.L., Hu, J.Y., Tan, X.L., Ng, W.J. 2003. Effects of pH and temperature on the survival of coliphages MS2 and Qβ. *Journal of Industrial Microbiology and Biotechnology* 30, 549–552.

[12] Guyader, F. S.L., Atmar, R. L. 2008. A Scientific Review of Binding and Inactivation of Viruses on and in Food, with a Focus on the Role of the Matrix. *American Society for Microbiology (ASM) Press.*

[13] Environmental Protection Agency, 2001. Male-specific (F+) and Somatic Coliphage in Water by Two-step Enrichment Procedure. Method1601. Office of Water,Washington, DC.

[14] Olson MR, Axler RP, Hicks RE .2004. Effects of freezing and storage temperature on MS2 viability. *J Virol Meth* 122:147–152.

[15] Mark D. Sobsey and John Scott Meschke. 2003. Virus survival in the environment with

special attention to survival in sewage droplets and other environmental media of fecal or respiratory origin. *Journal of General Virology* 84, 2351–2357.

[16] Pecson, B. M., Martin, L. V., Kohn, T. 2009. Quantitative PCR for Determining the Infectivity of Bacteriophage MS2 upon Inactivation by Heat, UV-B Radiation, and Singlet Oxygen: Advantages and Limitations of an Enzymatic Treatment To Reduce False-Positive Results. *Applied and Environmental Microbiology*, vol. 75 , No 17, p. 5544–5554

[17] Brennecke, M. 2009. Disinfection Kinetics of Virus Aggregates of Bacteriophage MS2. Master Thesis. Laboratoire de Chimie Environnementale (LCE) Ecole Polytechnique Fédérale de Lausanne.

[18] Filppi. J. A., Banwart, G.J. 1974. Effect of the fat content of ground beef on the heat inactivation of *Poliovirus*. *Journal of food science* 39:865-868.

[19] Rzezutka, A., Cook, N. 2004. Survival of human enteric viruses in the environment and food. *FEMS Microbiology Reviews* 28,441-453.

[20] Caldeira, J.C., Peabody, D. S. 2007. Stability and assembly in vitro of bacteriophage PP7 virus-like particles. *J Nanobiotechnol* 5:1–10.

[21] Mormann, S., Dabisch, M. and Becker, B.2009. Effects of Technological Processes on the Tenacity and Inactivation of Norovirus Genogroup II in Experimentally Contaminated Foods. *Applied and environmental microbiology* 536–545.

[22] Jaturasitha, S., Srikanchai, T., Kreuzer, M. and Wicke, M. 2008. Differences in Carcass and Meat Characteristics Between Chicken Indigenous to Northern Thailand (Black-Boned and Thai Native) and Imported Extensive Breeds (Bresse and Rhode Island Red). *Poultry Science* 87:160-169.

[23] Jończyk, E., Klak , M., Międzybrodzki, R., Górski, A. 2011. The influence of external factors on bacteriophages—review. *Folia Microbiol* ,56:191–200.

[24] Mylon, S.E., Rinciog, C.I, Schmidt, N., Gutierrez, L., 2009. Influence of salt and natural organic matter on the stability of bacteriophage MS2. Langmuir. doi:10.1021/la902290t.

Survival of pathogenic enteric viruses on lamb and poultry meat at different conditions, using entrobacteriophage MS2 as a surrogate for enteric viruses

Pezeshki, P. [1], Habibi Najafi, M. B. [2*], Yavarmanesh, M. [3], Mohebbi, M. [4], Abbaszadegan, M. [5]

1. Ph.D Student of food microbiology, Departments of Food Science and Technology, Faculty of Agriculture , Ferdowsi University of Mashhad
2. Professor, Department of Food Science and Technology, Faculty of Agriculture, Ferdowsi University of Mashhad
3. Assistant Professor, Department of Food Science and Technology, Faculty of Agriculture, Ferdowsi University of Mashhad
4. Associate Professor, Department of Food Science and Technology, Faculty of Agriculture, Ferdowsi University of Mashhad
5. Professor, National science foundation water and environmental technology center, Arizona State University

(Received: 2015/06/19 Accepted: 2016/01/18)

There are increasing concerns about zoonotic transmission of some enteric viruses which are closely related to human-pathogenic strains. Therefore, the use of appropriate processing methods to control or eliminate these threats is essential. The aim of this study was to evaluate the survival of pathogenic enteric viruses in baked lamb and chicken, using MS2 enterobacteriophage as surrogate. Pieces of leg chump of lamb and chicken breast, approximately $10\times10\times1.5$ cm^3 were inoculated with 10^1, 10^3 and 10^5 of MS2 and the incubated samples were then divided to steak and ground meat. To investigate the effect of baking temperature on MS2, inoculated meat wrapped in aluminum foil and baked for 1 hour at 95 C° in an oven. The MS2 bacteriophage was enumerated using plaque assay technique. Results showed the significant effect ($p\leq0.05$) of baking temperature on all samples. Less reduction of MS2 in ground meat in comparison with steak samples in both lamb and chicken was observed. It is concluded that survival of MS2 in lamb after heat treatment was more than chicken meat.

Key Words: Virus, Lamb, Chicken, Temperature

* Corresponding Author E-Mail Address: habibi@um.ac.ir