علمی پژوهشی

تأثیر عصاره علف لیمو (*Cymbopogon citratus*) و نانورس در پوشش نانو چندسازه‌ای بر خصوصیات فیزیکوشیمیایی و میکروبی فیله مرغ طی دوره نگهداری در شرایط سرد

مهدیه مردانی کیاسری[۱]، داریوش خادمی شورمستی[۲*]

۱- دانش‌آموخته کارشناسی ارشد، گروه کشاورزی، واحد سوادکوه، دانشگاه آزاد اسلامی، سوادکوه، ایران

۲- استادیار، گروه کشاورزی، واحد سوادکوه، دانشگاه آزاد اسلامی، سوادکوه، ایران

(تاریخ دریافت: ۹۹ /۰۲/۱۶ تاریخ پذیرش: ۹۹/۰۵/۱۱)

چکیده

تشکیل چندسازه‌های نانو در لفاف‌های زیست‌بسپاری می‌تواند امکان جدیدی را نه‌تنها برای بهبود خواص بلکه برای کاهش قیمت این محصولات فراهم کند. هم‌چنین چندسازه‌های نانو، کارایی مواد ضدباکتریایی طبیعی محتوی را افزایش می‌دهند. به‌منظور بررسی اثرات پاداکسندگی و ضدمیکروبی عصاره علف لیمو و میزان نانورس بر کارایی پوشش چندسازه‌ای آلژینات – نانورس فیله مرغ طی دوره نگهداری در شرایط سرد، آزمایشی در قالب یک طرح کاملا تصادفی با ٦ تیمار شامل پوشش نانو چندسازه‌ای آلژینات (۲ %) – نانورس (۱,۵ و ۳ %)، بدون و با سطوح ۱,۵ و ۳ % عصاره الکلی علف لیمو و ۳ تکرار در هر تیمار به مدت ۹ روز اجرا شد. نتایج نشان داد؛ سهم نانورس در ساختار پوشش نانو چندسازه‌ای بر عملکرد آن مؤثر بود. غنی‌سازی پوشش نانوچندسازه‌ای آلژینات – نانورس با عصاره علف لیمو بر کارایی آن افزود. به‌کارگیری ۳ % عصاره علف لیمو در پوشش‌های چندسازه‌ای به‌خصوص هنگام استفاده از 3 ٪ نانورس، به‌طور معنی‌داری ($p<0/05$) موجب کاهش شمار باکتری‌های سرمادوست، شاخص اسیدتیوباربیتوریک، اسیدهای چرب آزاد و مجموع ترکیبات ازته فرار و افزایش ظرفیت نگهداری آب فیله‌های مرغ طی دوره نگهداری در شرایط سرد شد. سهم نانورس در پوشش چندسازه‌ای فاقد عصاره، تأثیر معنی داری بر تعداد باکتری‌های سرمادوست در پایان دوره نگهداری نداشت. به‌طور کلی می‌توان گفت کارایی پوشش نانو چندسازه‌ای آلژینات – نانورس در افزایش ماندگاری فیله مرغ در شرایط سرد به سهم مناسب نانورس و غنی‌سازی با غلظت مناسب عصاره علف لیمو وابسته است.

کلید واژگان: آلژینات سدیم، پوشش نانو چندسازه‌ای، علف لیمو، ماندگاری، نانورس

* مسئول مکاتبات: dkhademi@gmail.com

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2024-04-20]

[DOI: 10.52547/fsct.17.106.13]

۱- مقدمه

با توجه به حساسیت گوشت مرغ به فساد اکسیداتیو و کاهش زمان ماندگاری از یک‌سو و نگرانی مصرف‌کنندگان از مصرف مواد غذایی با افزودنی‌های شیمیایی از سوی دیگر، استفاده از روش‌های جدید بسته‌بندی و افزودنی‌های طبیعی به‌منظور رفع نگرانی مصرف‌کنندگان و تأمین سلامت آنان گسترش یافته است [۱].

آلژینات که یک چندقندی خطی قابل‌حل در آب است، به‌دلیل خواص زیست‌تخریب‌پذیری، پایداری، ژل‌سازی در حضور کاتیون‌ها و خاصیت کش‌سانی در صنایع غذایی مورد توجه قرار گرفته است. هم‌چنین، این پوشش‌ها می‌توانند به‌عنوان حامل‌های ترکیبات ضدباکتریایی و پاداکسندگی[1] به‌منظور حفظ غلظت‌های بالای این مواد در سطح فرآورده‌های پوشش داده شده که بیشتر در معرض هجوم باکتری‌ها هستند، استفاده شوند [۲]. علاوه بر آلژینات، در زمینه پوشش‌های چندقندی مانند صمغ‌های گوناگون همراه با عصاره گیاهان مختلف و ویژگی‌های آن‌ها مطالعات زیادی صورت گرفته است [۳]. از طرفی، کاربرد فنآوری نانو و تشکیل چندسازه‌های[2] نانو در لفاف‌های زیست‌بسپاری[3] می‌تواند امکان جدیدی را نه‌تنها برای بهبود خواص بلکه برای کاهش قیمت این محصولات نیز فراهم کند [٤]. هم‌چنین چندسازه‌های نانو، کارایی مواد ضدباکتریایی طبیعی در بسته‌بندی، همانند عصاره‌های گیاهی که می‌توانند درون لفاف‌های نانو چندسازه-ای ترکیب شوند را از طریق عدم وجود اکسیژن و رطوبت، افزایش می‌دهند [۵].

فیلم نانو چندسازه‌ای آلژینات-رس در ترکیب با ٦ اسانس گیاهی موجب کاهش بار میکروبی عوامل بیماری‌زای مواد غذایی شامل *استافیلوکوکوس اورئوس*، *اشریشیا کلی* و *لیستریا مونوسیتوژنز* شد [٦]. همچنین در بررسی فعالیت ضدمیکروبی فیلم نانورس حاوی اسانس نارنج [۵]. مشخص شد که بالاترین غلظت اسانس اثر ضدمیکروبی بیشتری بر باکتری‌ها به‌خصوص گرم مثبت داشت.

علف‌لیمو (*Cymbopogon citratus*) که متعلق به خانواده Poaceae است، گیاه معطری است که برای تولید تجاری اسانس کشت می‌شود. ترکیبات اصلی اسانس *C. citratus* شامل الکل‌های سیترال (۷۰%)، ژرانیول (۵%)، لیمونن (۲,٤۲ %)، ژرانیل استات (۰,۸۳ %)، بتا-مایرسن (۰,٤٦ %)، مونوترپن و الکل‌های سسکویی‌ترپن‌ها است [۷]. فعالیت ضدمیکروبی عصاره علف‌لیمو در برابر *باسیلوس سرئوس*، *اشریشیا کلی*، *کلبسیلا*، *استافیلوکوکوس اورئوس* و *کاندیدا آلبیکنس* به اثبات رسید [۸]. از طرفی عصاره علف‌لیمو به‌دلیل محتوای ترکیبات فنلی (۲۸,۱۹ mgGA/gr) فعالیت پاداکسندگی قوی (۲,۷۵ µg/ml IC50 DPPH) دارد. نتیجه تحقیقات نشان داد کمترین تعداد باکتری کل، ترکیبات ازته فرار و اسید تیوباربیتوریک در برگرهای گوشت شتر حاوی ۱ % اسانس علف‌لیمو گزارش شد [۹].

تحقیق حاضر به‌منظور بررسی سطوح عصاره علف‌لیمو و نانورس بر کارایی ضدمیکروبی و پاداکسندگی پوشش نانو چندسازه‌ای آلژینات سدیم – نانورس بر ماندگاری فیله مرغ طی دوره نگهداری در شرایط سرد اجرا شد.

۲- مواد و روش‌ها

۲-۱- مواد

در این مطالعه آلژینات سدیم از شرکت بهین‌آزما، عصاره علف‌لیمو از شرکت زردبند و سایر مواد شیمیایی و محیط‌های کشت مورد نیاز با درجه خلوص تجزیه‌ای از شرکت مرک تهیه شد. فیله مرغ از کشتارگاهی معتبر خریداری و در شرایط کاملاً بهداشتی به آزمایشگاه انتقال داده شدند.

۲-۲- تهیه پوشش چندسازه‌ای

برای تهیه محلول‌ها، ابتدا محلول ۲% وزنی- حجمی پوشش آلژینات تهیه و توسط هموژنایزر در دمای ٦۰-۵۰ درجه سانتی‌گراد همگن شد. محلول نانورس در سطوح ۱,۵ و ۳ % وزنی- وزنی از طریق انحلال نانورس در آب مقطر و هم‌زدن شدید با سرعت ۱۲۰۰ دور در دقیقه با هم‌زن مغناطیسی به مدت ٢٤ ساعت در دمای محیط تهیه گردید. در مرحله بعد محلول آلژینات به‌آرامی به محلول نانورس اضافه شده و به

1. Antioxidant
2. Composite
3.Biopolymer

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2024-04-20]

[DOI: 10.52547/fsct.17.106.13]

مدت ٤ ساعت عمل همزدن ادامه یافت. سپس به میزان ۳۰ % وزنی، گلیسرول و سطوح ۱,۵ و ۳ % عصاره علف لیمو به محلول‌های پوشش نانوچندسازه اضافه شد و به مدت ۲ دقیقه عمل همزدن به‌کمک دستگاه هموژنایزر با ۹۰۰۰ دور در دقیقه صورت گرفت تا عصاره‌ها به‌طور یکنواخت در ماتریس پوشش پخش شوند [۱۰].

۲-۳- پوشش‌دهی فیله‌ها و نمونه‌گیری

فیله‌های مرغ به قطعات یکسان به وزن تقریبی ۱۰۰ گرم با آب فراوان شسته و آب‌کشی شدند و بر اساس تیمارهای آزمایشی به ٦ گروه مساوی تقسیم شدند. به منظور ایجاد پوشش با استفاده از روش حکیم و همکاران [۱]، فیله‌ها به‌مدت ۲۰ دقیقه در محلول‌های پوششی تهیه شده غوطه‌ور شدند. پس از بیرون آوردن فیله‌ها از محلول‌های مورد استفاده، کلیه فیله‌ها مدتی در زیر هود قرار گرفته تا خشک شوند و پوشش مورد نظر بر روی آنها تشکیل گردد. همزمان محلول ۲% کلرید کلسیم تهیه و فیله‌ها به‌مدت ۳۰ ثانیه در این محلول غوطه‌ور شدند. سپس فیله ها با توجه به تیمارهای آزمایشی در یخچال با دمای٤ درجه سانتی‌گراد به مدت ۹روز نگهداری شدند. نمونه‌گیری در زمان‌های مشخص با فاصله زمانی هر ۳ روز جهت انجام آزمون‌های شیمیایی و میکروبی صورت گرفت.

۲-٤- آنالیز میکروبی

جهت آزمایش‌های میکروبی مقدار ۱۰ گرم نمونه از فیله مرغ در ۹۰ میلی‌لیتر سرم فیزیولوژی مخلوط و هموژن گردید. سپس رقت‌های مورد نیاز تهیه گردید. شمارش باکتری‌های سرمادوست در محیط پلیت کانت آگار در دمای ۷ درجه سانتی‌گراد به مدت ۷۲ ساعت با شمارش کلنی‌های موجود انجام گرفت و نتایج حاصل بر اساس لگاریتم واحد تشکیل دهنده کلنی بر گرم (log cfu/g) گزارش گردید [۱۱].

۲-۵- آنالیز شیمیایی

۲-۵-۱- اندازه‌گیری عدد اسید تیوباربیتوریک

مقدار ۲۰۰ گرم از نمونه چرخ‌شده فیله مرغ به بالن ۲۵ میلی‌لیتری انتقال یافت سپس با ۱- بوتانل به حجم رسانده شد. ۱۲,۵ میلی‌لیتر از محلول فوق به لوله‌های دردار منتقل گردید و به آن ۲,۵ میلی‌لیتر معرف تیوباربیتوریک اسید افزوده شد. لوله‌های در دار به مدت ۲ دقیقه در بن‌ماری با دمای ۹۵ درجه سانتی‌گراد قرار گرفته سپس در دمای محیط سرد شدند. مقدار جذب در حضور شاهد آب مقطر توسط دستگاه اسپکتروفتومتر در طول موج ۵۳۰ نانومتر قرائت گردید. نتایج بر اساس میلی‌گرم مالون‌دی‌آلدئید در کیلوگرم (mg MDA/Kg) بافت فیله مرغ بیان گردید [۱۲].

۲-۵-۲-اندازه‌گیری اسید چرب آزاد

۲۵ سی‌سی از الکل اتیلیک خنثی‌شده به‌وسیله سود نرمال به نمونه روغن استخراج شده از فیله، اضافه گردید. در مراحل بعدی با کمک ۳-۲ قطره معرف فنل‌فتالئین و میزان سود نرمال مصرفی، مقدار اسیدیته بر حسب درصد اسید اولئیک مشخص گردید [۱۲].

۲-۵-۳- اندازه‌گیری مجموع ترکیبات ازته فرار

به‌منظور اندازه‌گیری مواد ازته فرار از دستگاه کلدال (۷٤۰ - بخشی- ایران) استفاده گردید. مقدار ۱۰ گرم نمونه فیله مرغ، ۱ گرم پودر اکسید منیزیم همراه با ٦۰ میلی‌لیتر آب مقطر در بالن تقطیر دستگاه کلدال ریخته شد. یک ارلن حاوی ۱۰ قطره معرف توشیرو به‌عنوان ظرف گیرنده به قسمت سردکننده دستگاه تقطیر وصل گردید. دستگاه به‌طور اتوماتیک مقدار ٤۰ میلی‌لیتر اسیدبوریک ۲ % را از مخزن اسیدبوریک برداشته و وارد ارلن گیرنده نمود. پس از روشن‌شدن دستگاه، محتوی بالن تقطیر حرارت دیده و تقطیر صورت گرفت. محلول تقطیر شده به‌وسیله اسید سولفوریک N ۰,۱ تیتر شده و مقدار اسید مصرفی یادداشت شد. نتایج بر اساس میزان مواد ازته فرار برحسب میلی‌گرم در ۱۰۰ گرم (mg/100g) فیله مرغ محاسبه گردید [۱۱].

۲-۵-٤- ظرفیت نگهداری آب

۱۰ گرم از فیله قطعه قطعه شده از هر تیمار درون لوله‌های سانتریفیوژ ریخته شد و به آن ۱۵ میلی‌لیتر محلول کلرید سدیم M ۰,٦ اضافه شد. سپس این لوله‌ها به‌مدت ۱ دقیقه ورتکس شدند و به مدت ۱۵ دقیقه در دمای ٤ درجه سانتی‌گراد سرد شدند. سپس در دستگاه سانتریفیوژ به مدت ۱۵ دقیقه در دمای ٤ درجه سانتی‌گراد و با دور ۳۰۰۰ قرار گرفتند. قابلیت نگهداری آب بر مبنای اختلاف وزن نمونه‌ها قبل و بعد از

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2024-04-20]

[DOI: 10.52547/fsct.17.106.13]

سانتریفیوژ شدن نسبت به وزن اولیه نمونه بر حسب درصد مشخص گردید [۱۳].

۲-٦- تجزیه و تحلیل آماری

در قالب یک طرح کاملاً تصادفی با ٦ تیمار و ۳ تکرار در هر تیمار داده‌ها با استفاده از نرم‌افزار آماری SPSS ver.16 به روش آنالیز واریانس یک‌طرفه مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفته و میانگین‌ها با استفاده از آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح احتمال ۹۵% مقایسه شدند.

۳- نتایج و بحث

۳-۱- بررسی تغییرات شاخص میکروبی

داده‌های جدول ۱ نشان داد، میانگین شمارش باکتری‌های سرمادوست طی دوره نگهداری روند افزایشی داشت. بیشترین تعداد باکتری‌های سرمادوست در آخرین روز نگهداری در یخچال، مربوط به فیله‌های پوشش‌داده با آلژینات و نانورس ۱,۵ % بود ($p<0/05$). عصاره علف لیمو که به‌دلیل دارابودن آلفا- سیترال و بتا- سیترال که فعالیت ضدباکتریایی دارد، به‌طور معنی‌داری کارایی ضدمیکروبی پوشش نانو چندسازه‌ای را بهبود بخشید ($p<0/05$). همسو با تحقیق دهقان و رومیانی [۵]، اثر ضدمیکروبی عصاره وابسته به مقدار بوده و کمترین تعداد باکتری‌های سرمادوست در فیله‌های مرغ تیمار شده با پوشش نانو چندسازه‌ای حاوی ۳ % عصاره دیده شد ($p<0/05$).

Table 1 Effect of different nano-composite edible coating on psychrophilic bacteria counts (PTC) (log cfu/g) of chicken fillet during refrigerator storage (Mean±SD)

treatments	Refrigerated storage time (days)			
	0	3	6	9
Alg-nanoC 1.5	2.56 ± 0.03^{d}	4.16 ± 0.05^{Ac}	5.35 ± 0.12^{Ab}	7.73 ± 0.09^{Aa}
Alg-nanoC 3	2.51 ± 0.07^{d}	3.82 ± 0.05^{Bc}	5.13 ± 0.02^{Ab}	7.20 ± 0.02^{Aa}
Alg-nanoC 1.5- Ext 1.5	2.55 ± 0.04^{d}	3.17 ± 0.04^{Cc}	4.61 ± 0.02^{Bb}	6.92 ± 0.03^{Ba}
Alg-nanoC1.5- Ext 3	2.44 ± 0.09^{d}	2.99 ± 0.02^{Dc}	4.19 ± 0.04^{Db}	6.31 ± 0.10^{Da}
Alg-nanoC 3- Ext 1.5	2.49 ± 0.05^{d}	3.13 ± 0.02^{Cc}	4.39 ± 0.05^{CDb}	6.58 ± 0.03^{Ca}
Alg-nanoC 3- Ext 3	2.53 ± 0.05^{d}	2.91 ± 0.03^{Ec}	3.88 ± 0.11^{EB}	5.96 ± 0.05^{Ea}

Capital letters in the same column indicate significant differences ($p<0.05$) of treatments
Small letters in the same line indicate significant differences ($p<0.05$) of treatments
(Alg: Na-Alginate 2 %, nanoC: nano clay, Ext: *Cymbopogon citratus* extract)

معمولاً در سطح لاشه تازه کشتار شده تا 5 log cfu/g باکتری شمارش می‌شود که این تعداد با توجه به شرایط و دوره نگهداری تغییر نماید. حد مجاز شمارش باکتری در گوشت 7 log cfu/g تعیین شده است [١٤]. با توجه به داده نشان داده شد که افزودن عصاره علف لیمو به پوشش نانو چندسازه‌ای به‌طور معنی‌داری زمان نگهداری فیله‌ها را از ٦ روز به ۹روز افزایش داد ($p<0/05$). از سویی، نشان داده شد که افزایش دو برابری سطح نانورس در پوشش چندسازه‌ای تأثیر معنی‌داری بر اثر ضدمیکروبی پوشش نداشت.

۳-۲- بررسی تغییرات شاخص اسید تیوباربیتوریک طی دوره نگهداری

همان‌طوری‌که در جدول ۲ آمده، روند افزایشی میانگین این شاخص در تمامی تیمارها با شدت مختلف تا پایان دوره نگهداری دیده شد. به‌کارگیری عصاره علف لیمو به‌دلیل دارابودن ترکیبات پلی‌فنلی، موجب افزایش ظرفیت پاداکسندگی پوشش‌های نانو چندسازه‌ای شد به نحوی‌که همسو با نتایج تحقیق زاکی و همکاران [۹] کمترین مقدار عددی این شاخص در فیله‌های پوشش داده شده با سطوح بالاتر (۳ %) عصاره دیده شد ($p<0/05$).

قدرت بالای احیاکنندگی به دلیل ترکیبات فنلی موجود در عصاره گیاه علف لیمو بوده که با کمک به الکترون‌دهی موجب قطع واکنش‌های زنجیره‌ای اکسندگی خواهد شد [۱۵]. همچنین نشان داده شد که به‌کارگیری سطوح بالاتر نانورس در پوشش چندسازه‌ای اثر محافظت فیزیکی و کارایی پوشش را در برابر نفوذ اکسنده‌ها افزایش داد [۵]. بدین‌ترتیب میانگین این شاخص در پوشش نانو چندسازه‌ای حاوی ۳ % نانورس به‌طور معنی‌داری کمتر از سطح ۱,۵ % مورد استفاده بود.

با توجه به اینکه افزایش عدد اسید تیوباربیتوریک از ۳ mg MDA/Kg با فساد اکسیداتیو آن همراه است [١٦]، فیله‌های مرغ تا پایان دوره نگهداری در یخچال در محدوده مجاز بودند که علت آن احتمالاً میزان چربی کم در فیله‌های مرغ می‌باشد.

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2024-04-20]

[DOI: 10.52547/fsct.17.106.13]

Table 2 Effect of different nano-composite edible coating on thiobarbituric acid ($TBAR_s$) (mg MDA/Kg meat) of chicken fillet during refrigerator storage (Mean±SD)

treatments	Refrigerated storage time (days)			
	0	3	6	9
Alg-nanoC 1.5	0.68 ± 0.01^{d}	1.18 ± 0.03^{Ac}	1.82 ± 0.04^{Ab}	2.61 ± 0.03^{Aa}
Alg-nanoC 3	0.64 ± 0.01^{d}	1.14 ± 0.02^{Ac}	1.76 ± 0.01^{Ab}	2.21 ± 0.09^{Ba}
Alg-nanoC 1.5- Ext 1.5	0.65 ± 0.00^{d}	1.00 ± 0.02^{Bc}	1.45 ± 0.10^{Bb}	1.91 ± 0.04^{Ca}
Alg-nanoC1.5- Ext 3	0.66 ± 0.02^{d}	0.77 ± 0.02^{CDc}	1.20 ± 0.01^{CDb}	1.60 ± 0.05^{Ea}
Alg-nanoC 3- Ext 1.5	0.65 ± 0.01^{d}	0.82 ± 0.01^{Cc}	1.27 ± 0.02^{Cb}	1.72 ± 0.03^{Da}
Alg-nanoC 3- Ext 3	0.66 ± 0.01^{d}	0.73 ± 0.02^{Dc}	1.06 ± 0.02^{Db}	1.36 ± 0.03^{Fa}

Capital letters in the same column indicate significant differences ($p<0.05$) of treatments
Small letters in the same line indicate significant differences ($p<0.05$) of treatments
(Alg: Na-Alginate 2 %, nanoC: nano clay, Ext: *Cymbopogon citratus* extract)

۳-۳- بررسی تغییرات اسیدهای چرب آزاد طی دوره نگهداری

به‌دلیل اثر اکسندگی اسیدهای چرب آزاد بر مواد لیپیدی، ارزیابی آن در بررسی فساد با اهمیت است. علاوه بر آن در مقایسه با مولکول‌های بزرگتر چربی، اسیدهای چرب آزاد سرعت اکسندگی بیشتری دارند [۱۷]. نتایج جدول ۳ نشان داد با گذشت زمان نگهداری فیله‌ها، میانگین عددی اسیدهای چرب آزاد ناشی از کاتالیز چربی‌ها توسط آنزیم‌های لیپاز و فسفولیپاز در تمامی گروه‌ها افزایش یافت. مشخص شد صرفنظر از مقدار عصاره مورد استفاده، به‌کارگیری سطح بالاتر نانورس کارایی پوشش چندسازه‌ای را افزایش داد. همچنین در سطوح مشابه نانورس، سطح بالاتر عصاره مورد استفاده، کارایی پوشش چندسازه‌ای را از طریق کاهش میانگین اسید چرب آزاد، ارتقا داد ($p<0/05$).

Table 3 Effect of different nano-composite edible coating on free fatty acid (FFAs) (oleic acid %) of chicken fillet during refrigerator storage (Mean±SD)

treatments	Refrigerated storage time (days)			
	0	3	6	9
Alg-nanoC 1.5	0.59 ± 0.02^{d}	1.08 ± 0.04^{Ac}	1.80 ± 0.05^{Ab}	2.72 ± 0.07^{Aa}
Alg-nanoC 3	0.64 ± 0.01^{d}	0.96 ± 0.03^{Bc}	1.69 ± 0.01^{Ab}	2.36 ± 0.05^{Ba}
Alg-nanoC 1.5- Ext 1.5	0.61 ± 0.03^{d}	0.80 ± 0.02^{Cc}	1.50 ± 0.05^{Bb}	1.78 ± 0.01^{Ca}
Alg-nanoC1.5- Ext 3	0.59 ± 0.04^{d}	0.70 ± 0.02^{Dc}	1.17 ± 0.02^{Cb}	1.49 ± 0.07^{DEa}
Alg-nanoC 3- Ext 1.5	0.65 ± 0.02^{d}	0.69 ± 0.01^{Dc}	1.38 ± 0.03^{Bb}	1.62 ± 0.07^{CDa}
Alg-nanoC 3- Ext 3	0.60 ± 0.01^{d}	0.67 ± 0.02^{Dc}	1.02 ± 0.02^{Cb}	1.33 ± 0.03^{Ea}

Capital letters in the same column indicate significant differences ($p<0.05$) of treatments
Small letters in the same line indicate significant differences ($p<0.05$) of treatments
(Alg: Na-Alginate 2 %, nanoC: nano clay, Ext: *Cymbopogon citratus* extract)

در روز پایانی نگهداری، کمترین میانگین اسیدهای چرب آزاد مربوط به فیله‌های دارای پوشش نانو چندسازه‌ای حاوی سطوح بالاتر (۳%) نانورس و عصاره بود ($p<0/05$). علت این کاهش را شاید بتوان از یک‌طرف به اثر پاداکسندگی شناخته شده عصاره نسبت داد که احتمالاً از طریق اثر بر آنزیم‌های بافت، موجب کاهش هیدرولیز آنزیمی شده است. از طرف دیگر، ممکن است این کاهش ناشی از اثر ضدمیکروبی عصاره بوده باشد که موجب کاهش بار باکتریایی و متعاقب آن تولید آنزیم‌های آن‌ها و هیدرولیز کمتر چربی‌ها شده باشد [18]. همسو با نتایج این آزمایش، پوشش آلژینات حاوی عصاره ۱ و ۱,۵ % آویشن موجب کاهش اسیدهای چرب آزاد طی دوره نگهداری شد [19]. همچنین عبداللهی و همکاران [۲۰] در بررسی اثر اسانس رزماری به‌همراه پوشش کیتوزان- نانورس بر مقادیر اسید چرب آزاد فیله ماهی کپور نقره‌ای نشان دادند که میزان افزایش اسیدهای چرب آزاد ماهی پوشش‌داده شده نسبت به تیمار شاهد کمتر بود و علت آن‌را فعالیت پاداکسندگی اسانس رزماری بیان نمودند.

۳-٤- بررسی تغییرات مجموع ترکیبات ازته فرار طی دوره نگهداری

بر اساس دستورالعمل دفتر نظارت بر بهداشت عمومی سازمان دامپزشکی کشور، چنانچه میزان مجموع ترکیبات ازته فرار گوشت از ۲۷ mg/100g فراتر رود، گوشت غیر قابل مصرف و اگر حداکثر ۲۰ mg/100g اشد مطلوب است. گوشت

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2024-04-20]
[DOI: 10.52547/fsct.17.106.13]

دارای مواد ازته فرار در محدوده مقادیر ذکر شده، قابل مصرف بوده باید هرچه سریع‌تر استفاده شوند [۱۶]. بر اساس داده‌های جدول ٤ مشاهده می‌شود که فیله‌های دارای پوشش نانو چندسازه‌ای حاوی سطح ۳ % نانورس و ۳ % عصاره، تا روز پایانی دوره آزمایشی، از نظر مصرف مطلوب ماندند و میانگین عددی ترکیبات ازته فرار در آن‌ها کمتر از ۲۰ mg/100g و به‌طور معنی‌داری کمتر از سایر گروه‌ها بود ($p<0/05$).

Table 4 Effect of different nano-composite edible coating on total volatile nitrogen (TVN) (mg/100 g meat) of chicken fillet during refrigerator storage (Mean±SD)

treatments	Refrigerated storage time (days)			
	0	3	6	9
Alg-nanoC 1.5	14.63 ± 0.38^{d}	20.60 ± 0.65^{Ac}	29.42 ± 0.47^{Ab}	36.20 ± 0.20^{Aa}
Alg-nanoC 3	14.22 ± 0.34^{d}	18.26 ± 0.72^{Bc}	26.83 ± 0.14^{Bb}	32.15 ± 0.30^{Ba}
Alg-nanoC 1.5- Ext 1.5	14.43 ± 0.46^{d}	16.36 ± 0.11^{Cc}	22.26 ± 0.29^{Cb}	27.83 ± 0.29^{Ca}
Alg-nanoC1.5- Ext 3	14.29 ± 0.73^{d}	15.98 ± 0.03^{Cc}	18.38 ± 0.18^{Eb}	22.84 ± 0.77^{Ea}
Alg-nanoC 3- Ext 1.5	14.43 ± 0.55^{d}	16.15 ± 0.17^{Cc}	19.51 ± 0.07^{Db}	25.11 ± 0.57^{Da}
Alg-nanoC 3- Ext 3	14.20 ± 0.34^{d}	15.72 ± 0.17^{Cc}	17.33 ± 0.21^{Eb}	19.73 ± 0.52^{Fa}

Capital letters in the same column indicate significant differences ($p<0.05$) of treatments
Small letters in the same line indicate significant differences ($p<0.05$) of treatments
(Alg: Na-Alginate 2 %, nanoC: nano clay, Ext: *Cymbopogon citratus* extract)

کمتر بودن میزان بازهای ازته فرار در این تیمار نسبت به بقیه تیمارها را می‌توان به دلیل کاهش جمعیت باکتری تیمارهای مذکور و یا کاهش توانایی اکسایشی باکتری‌ها در جداکردن آمین‌ها از ترکیبات نیتروژنی غیرفرار و یا هر دو عامل در نتیجه اثر عصاره بر باکتری‌های موجود در فیله نسبت داد [۲۱]. همچنین صرفنظر از میزان عصاره، میزان بالاتر نانورس در ترکیب پوشش چندسازه‌ای مانند سد مستحکم‌تری عمل کرده و در تیمارهای محتوی موجب تأخیر در افت کیفیت پروتئینی می‌شود. از طرفی گنجاندن عصاره علف لیمو به ترکیب پوشش، کارایی آن‌را افزایش داد. در این بین، تأثیر به‌کارگیری سطح بالاتر عصاره به‌خصوص همراه با سطح بالاتر نانورس مشهودتر بود ($p<0/05$).

با توجه به نتایج، با افزایش زمان، مقادیر بازهای نیتروژنی فرار در تمامی تیمارها افزایش یافت. افزایش میزان این شاخص ممکن است به‌دلیل فرایندهای آنزیمی مختلف نظیر آمین‌زدایی اسیدهای آمینه آزاد، تجزیه نوکلئوتیدها و اکسیداسیون آمین‌ها باشد [۲۲]. نتیجه تحقیق حاضر، با نتایج تحقیقات صورت گرفته در رابطه با استفاده از پوشش نانو چندسازه‌ای کازئینات سدیم حاوی اسانس دارچین بر روی گوشت مرغ [۲۳] و اسانس علف لیمو در برگر گوشت شتر [۹] تطابق داشت.

۳-۵- بررسی تغییرات ظرفیت نگهداری آب طی دوره نگهداری

یکی از معیارهای بررسی کیفیت گوشت اندازه‌گیری ظرفیت نگهداری آب گوشت می‌باشد. نتایج مربوط به مطالعه حاضر که در جدول ۵ آمده، نشان داد، با گذشت زمان، میزان ظرفیت نگهداری آب در تمامی تیمارها به‌طور معنی‌داری کاهش یافت ($p<0/05$). افزایش غلظت نانورس و افزودن عصاره سبب کندشدن روند کاهشی ظرفیت نگهداری آب شد و با افزایش غلظت عصاره، نتایج بهتری مشاهده شد به‌طوری‌که بیشترین مقادیر ظرفیت نگهداری آب، در فیله‌های حاوی پوشش چندسازه‌ای حاوی سطوح بالاتر نانورس و عصاره مشاهده شد ($p<0/05$).

Table 5 Effect of different nano-composite edible coating on water holding capacity (WHC) (%) of chicken fillet during refrigerator storage (Mean±SD)

treatments	Refrigerated storage time (days)			
	0	3	6	9
Alg-nanoC 1.5	67.99 ± 0.46^{d}	56.22 ± 0.99^{Fc}	49.59 ± 0.95^{Eb}	43.45 ± 1.13^{Ea}
Alg-nanoC 3	68.31 ± 0.90^{d}	56.68 ± 0.44^{Ec}	52.24 ± 0.99^{Db}	46.11 ± 0.13^{Da}
Alg-nanoC 1.5- Ext 1.5	67.75 ± 0.48^{d}	60.87 ± 0.67^{Dc}	55.56 ± 0.12^{Cb}	50.72 ± 0.51^{Ca}
Alg-nanoC1.5- Ext 3	68.38 ± 0.63^{d}	63.22 ± 0.02^{Bc}	58.10 ± 0.22^{Bb}	54.88 ± 0.59^{Ba}
Alg-nanoC 3- Ext 1.5	67.45 ± 0.44^{d}	61.83 ± 0.29^{CDc}	55.73 ± 0.50^{Cb}	53.30 ± 0.15^{Ba}
Alg-nanoC 3- Ext 3	67.87 ± 0.34^{d}	65.67 ± 0.22^{Ac}	60.72 ± 0.51^{Ab}	57.79 ± 0.34^{Aa}

Capital letters in the same column indicate significant differences ($p<0.05$) of treatments
Small letters in the same line indicate significant differences ($p<0.05$) of treatments
(Alg: Na-Alginate 2 %, nanoC: nano clay, Ext: *Cymbopogon citratus* extract)

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2024-04-20]
[DOI: 10.52547/fsct.17.106.13]

عصاره‌های گیاهی حاوی ترکیبات پلی‌فنل سبب حفظ و یا در مواردی افزایش ظرفیت نگهداری آب می‌گردند. ترکیبات پلی‌فنلی موجود در عصاره علف لیمو به‌دلیل کنترل واکنش‌های اکسندگی در گوشت سبب حفظ فضای ذخیره‌ی آب بین میوفیبریل‌ها و افزایش ظرفیت نگهداری آب می‌شوند، زیرا اکسندگی چربی‌ها و پروتئین‌ها و تمام عواملی‌که وضعیت پروتئین‌های میوفیبریلی را تغییر می‌دهد، در میزان از دست رفتن رطوبت گوشت مؤثر است [۲٤]. میزان غیرطبیعی‌شدن پروتئین نیز عامل مهمی در میزان خروج آب و کاهش ظرفیت نگهداری آب به‌شمار می‌آید. با غیرطبیعی‌شدن پروتئینی بار مؤثر کاهش یافته در نتیجه ظرفیت نگهداری آب کاهش می‌یابد [۲۵]. به‌نظر می‌رسد فعالیت ضدمیکروبی و پاداکسندگی پوشش چندسازه‌ای حاوی سطوح بالاتر نانورس و عصاره لیمو با مهار یا کاهش فعالیت میکروبی، اکسندگی چربی‌ها و غیرطبیعی‌شدن پروتئین‌ها، موجب حفظ رطوبت شد و درنتیجه ظرفیت نگهداری آب فیله‌ها در این گروه در روز پایانی بالاتر بود.

٤- نتیجه‌گیری

استفاده از مقادیر بیشتر نانورس (۳ در مقابل ۱٫۵ %) در تهیه پوشش‌های نانو چندسازه‌ای، با بهبود خصوصیات ممانعتی، موجب افزایش عملکرد آن شد. همچنین مشخص گردید به‌کارگیری عصاره علف لیمو در پوشش نانو چندسازه‌ای آلژینات – نانورس، موجب بهبود ویژگی‌های پاداکسندگی و ضدمیکروبی آن شده و تأثیر آن وابسته به مقدار بود، به نحوی‌که استفاده از ۳ % عصاره علف لیمو در ترکیب پوشش چندسازه‌ای نانورس به‌طور معنی‌داری کارایی آن‌را افزایش داد. بنابراین استفاده از غلظت‌های بالاتر عصاره علف لیمو جهت بهره‌گیری مؤثرتر از خصوصیات آن در ترکیب پوشش‌های نانو چندسازه‌ای حاوی مقادیر کافی از ترکیبات نانوساختار به‌منظور افزایش زمان ماندگاری گوشت و فرآورده‌های آن پیشنهاد می‌گردد.

٥- منابع

[1] Hakim, H. Fazlara, A. and Tadayoni, M. 2018. Effect of chitosan coating containing oregano essential oil on shelf life of chicken fillets during refrigerated storage. *Journal of food Sciences and Technology*, 75(15):35-46.

[2] Oussalah, M. Caillet,S. Saucier, L. Lacroix ,M. (2006). Antimicrobial effects of alginate-based film containing essential oils for the preservation of whole beef muscle. *Journal of Food Protection*, 69(10):2364-2369.

[3] Golmohammadi, M. and Khademi shurmasti, D. 2019. The effect of *Eryngium caucasicum* extract on chicken fillet shelf life coated with xanthan and guar gums during cold storage (4 ± 1 oC). *Journal of Food Science and Technology*, 87(16):253-261.

[4] Benavides, S., Villalobos-Carvajal, R. and Reyes, J. 2012. Physical mechanical and antibacterial properties of alginate film: effect of the cross linking degree and oregano essential oil concentration. *Journal of Food Engineering*, 110(2): 232-239.

[5] Dehghan, H. and Roomiani, L. 2020. Antimicrobial activity of nanoclay films enriched with *citrus aurantium* essential oil against indicator food borne pathogens in fishery products. *Iranian Journal of Nutrition Sciences and Food Technology*, 14(4):103-111.

[6] Alboofetileh, M., Rezaei, M., Hosseini, H. and Abdollahi, M. 2016. Efficacy of activated alginate-based nanocomposite films to control *Listeria monocytogenes* and spoilage flora in rainbow trout slice. *Journal of Food Science and Technology*, 53(1):521–530.

[7] Tajidin, N.E., Ahmad, S.H., Rosenani, A.B., Azimzh, A.B. and Munirah, M. 2012. Chemical composition and Citral content in lemongrass (*Cymbopogon citratus*) essential oil at three maturity stages. *African Journal of Biotechnology*, 11:2685-2693.

[8] Zulfa, Z., Chia, C.T. and Rukayadi, Y. 2016. *In vitro* antimicrobial activity of *Cymbopogon citratus* (lemongrass) extracts against selected foodborne pathogens. *International Food Research Journal*, 23(3): 1262-1267.

[9] Zaki, E.F., Nadir, A.A., Helmy, F.I.M. and Abdel Maguid, N.M. 2018. Antioxidant and antimicrobial effects of lemongrass (*Cymbopogon citrates*) oil on the quality characteristics of camel burger "Camburger" under refrigerated storage. *International Journal of Current Microbiological Applied Science*, 7(3):3623-3631.

[10] Lu, F., Liu, D., Ye, X., Wei, Y. and Liu, F. 2009. Alginate–calcium coating

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2024-04-20]

[DOI: 10.52547/fsct.17.106.13]

an onion (*Allium cepa*) extract. *Aquaculture Research*, 41(8):1123-1132.

[19] Hamzeh, A. and Rezaei, M. 2011.Antioxidant and antibacterial effects of sodium alginate coating enriched with thyme essential oil on rainbow trout fillets during refrigerated storage. *Iranian Journal of Nutrition Sciences and Food Technology*, 6(3):11-20.

[20] Abdollahi, M., Rezaei, M. and Farzi, G. 2014. Influence of chitosan/clay functional bionanocomposite activated with rosemary essential oil on the shelf life of fresh silver carp. *International Journal of Food Science & Technology*,49:811–818.

[21] Burt, S. 2004. Essentialoils: their antibacterial propertied and potential application in foods-a review. *International Food Mashinicrobiology*, 94 (3):223- 253.

[22] Jeon, Y.J., Kamil, J.Y. and Shahidi, F. 2002. Chitosan as an edible invisible film for quality presevation of herring and Atlantic cod. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 50:5167-5178.

[23] Ranjbaryan, S. Rezazadeh Bari, M. Almasi, H. and Amiri, S. 2017. Effect of sodium caseinate based nanocomposite active films and coatings containing cinnamon essential oil on the quality improving and shelf life extension of chicken fillets. *Journal of food Sciences and Technology*, 71(14):171-184.

[24] Wood, J.D. and Enser, M. 1977. Factors influencing fatty acids in meat and the role of antioxidants in improving meat quality. *British Journal of Nutrition*, 78:S49-S60.

[25] Leygonie, C., Britz, T.J. and Hoffman, C. 2012. Impact of freezing and thawing on the quality of meat: Review. *Journal of Meat Science*, 91:93-98.

incorporating nisin and EDTA maintains the quality of fresh northern snakehead (*Channa argus*) fillets stored at 4 °C. *Journal of Science Food Agriculture*, 89:848-54.

[11] Ojagh, S.M., Rezaei, M., Razavi, S.H., and Hosseini, S.M.H. 2010. Effect of chitosan coatings enriched with cinnamon oil on the quality of refrigerated rainbow trout. *Food Chemistry*, 120:193-8.

[12] Egan, H., Kirk, R.S., and Sawyer, R. 1997. Pearson's chemical analysis of food, 9th Edition Longman Scientific and Technica, pp:609-634.

[13] Zhuang, H., Savage, E.M., Smith, D.P. and Berrang, M.E. 2008. Effect of dry-air chilling on warner-bratzler shear force and water-holding capacity of broiler breast meat deboned four hours postmortem. *Journal of Food Poultry Science*, 7(8):743-748.

[14] Rokni, N. 2006. Meat Science and Technology. 4th ed. University of Tehran press, Tehran. pp: 225-243.

[15] Nabavi, S.M, Nabavi, S.F, Ebrahimzadeh, M.A. and Eslami, B. 2009. In Vitro antioxidant activity of *Pyrus Boissieriana*, *Diospyros Lotus*, *Eryngium Caucasicum* and *Froriepia Sub-pinnata*. *Journal of Rafsanjan University of Medical Sciences*, 8(2):139-150.

[16] Iran Veterinary Organization, the Office of Public Health guidelines. 2005. The properties of poultry meat.

[17] Losada, V., Barros-Velazquez, J.P., Aubourg, S. 2007. Rancidity development in frozen pelagic fish: influence of slurry ice as preliminary chilling treatment. *LWT- food science and technology*, 40:991-9.

[18] Zolfaghari, M., Shabanpour, B., and Fallahzadeh, S. 2010. Quality preservation of salted, vacuum packaged and refrigerated mahi sefid (*Rutilus frisii kutum*) fillets using

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2024-04-20]

[DOI: 10.52547/fsct.17.106.13]

Effect of lemon grass (*Cymbopogon citratus*) extract and nanoclay in nanocomposite coating on the physicochemical and microbial properties of chicken fillets during refrigerated storage

Mardani Kiasari, M. [1], Khademi Shurmasti, D.[2*]

1. Master, Department of Agriculture, Savadkooh Branch, Islamic Azad University, Savadkooh, Iran
2. Assistant Prof., Department of Agriculture, Savadkooh Branch, Islamic Azad University, Savadkooh, Iran

(Received: 2020/05/05 Accepted: 2020/08/01)

Formation of nanocomposites in biopolymer coats can provide a new opportunity not only to improve the properties but also to reduce the price of these products. Also, nanocomposites, increase the efficiency of natural antibacterial materials. In order to investigate the antioxidant and antimicrobial effects of lemon grass extract and the amount of nanoclay on the efficacy of alginate-nanoclay composite coating of chicken fillet refrigerated storage, an experiment was performed in a completely randomized design with 6 treatments including alginate (2%) – nanoclay (1.5 and 3%) nanocomposite coating, without and with levels of 1.5 and 3% alcoholic extract of lemon grass and 3 replicates each treatment during 9 days. Results showed that contribution of nanoclay in the structure of nanocomposite coating was affected on its performance. Enrichment of alginate-nanoclay nanocomposite coating with lemon grass extract, added to its efficiency. Applying 3% of lemon grass extract in nanocomposite coatings, especially when using 3% nanoclay, significantly ($p<0.05$) reduced the number of psychrophilic bacteria, tiobarbitoric acid index, free fatty acids and total volatile nitrogen compounds and increased chicken fillets water holding capacity during refrigerated storage. The contribution of nanoclay in without extract nanocomposite coating, did not significantly affect the number of psychrophilic bacteria at the end of the storage period. In general, the efficacy of alginate-nanoclay nanocomposite coating in increasing the shelf life of chicken fillets in refrigerated conditions depends on the appropriate contribution of nanoclay and enrichment with the appropriate concentration of lemon grass extract.

Keywords: Sodium Alginate, Nanocomposite Coating, *Cymbopogon citratus*, Shelf life, Nanoclay

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2024-04-20]

[DOI: 10.52547/fsct.17.106.13]

*Corresponding Author E-Mail Address: Dkhademi@gmail.com