

UNIVERZA V LJUBLJANI
BIOTEHNIŠKA FAKULTETA
ODDELEK ZA ŽIVILSTVO

Janja FINGUŠT

**VPLIV V EMBALAŽNO ENOTO DODANIH
LOVILCEV KISIKA NA SENZORIČNO KAKOVOST
NEKATERIH MESNIH IZDELKOV**

DIPLOMSKO DELO

Univerzitetni študij

Ljubljana, 2016

UNIVERZA V LJUBLJANI
BIOTEHNIŠKA FAKULTETA
ODDELEK ZA ŽIVILSTVO

Janja FINGUŠT

**VPLIV V EMBALAŽNO ENOTO DODANIH LOVILCEV KISIKA NA
SENZORIČNO KAKOVOST NEKATERIH MESNIH IZDELKOV**

DIPLOMSKO DELO
Univerzitetni študij

**EFFECT OF PACKAGING WITH OXYGEN SCAVENGERS ON THE
SENSORY QUALITY OF SOME MEAT PRODUCTS**

GRADUATION THESIS
University studies

Ljubljana, 2016

Diplomsko delo je zaključek univerzitetnega študija živilske tehnologije. Delo je bilo opravljeno na Katedri za tehnologijo mesa in vrednotenje živil Oddelka za živilstvo Biotehniške fakultete Univerze v Ljubljani.

Študijska komisija Oddelka za živilstvo je za mentorico diplomskega dela imenovala prof. dr. Leo Demšar, za somentorico dr. Matejo Lušnic Polak in za recenzenta doc. dr. Tomaža Požrla.

Mentorica: prof. dr. Lea Demšar

Somentorica: dr. Mateja Lušnic Polak

Recenzent: doc. dr. Tomaž Požrl

Komisija za oceno in zagovor:

Predsednik:

Član:

Član:

Član:

Datum zagovora:

Podpisana izjavljam, da je naloga rezultat lastnega raziskovalnega dela. Izjavljam, da je elektronski izvod identičen tiskanemu. Na univerzo neodplačno, neizključno, prostorsko in časovno neomejno prenašam pravici shranitve avtorskega dela v elektronski obliki in reproduciranja ter pravico omogočanja javnega dostopa do avtorskega dela na svetovnem spletu preko Digitalne knjižnice Biotehniške fakultete.

Janja Fingušt

KLJUČNA DOKUMENTACIJSKA INFORMACIJA

ŠD	Dn
DK	UDK 621.798:637.5:543.92(043)=163.6
KG	pakiranje živil/aktivno pakiranje/lovilci kisika/absorpcija kisika/meso/mesni izdelki/šunka/salama/pleskavica/senzorične lastnosti
AV	FINGUŠT, Janja
SA	DEMŠAR, Lea (mentorica)/LUŠNIC POLAK, Mateja (somentorica)/POŽRL, Tomaž (recenzent)
KZ	SI – Ljubljana, Jamnikarjeva 101
ZA	Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta, Oddelek za živilstvo
LI	2016
IN	VPLIV V EMBALAŽNO ENOTO DODANIH LOVILCEV KISIKA NA SENZORIČNO KAKOVOST NEKATERIH MESNIH IZDELKOV
TD	Diplomsko delo (univerzitetni študij)
OP	IX, 39 str., 8 pregl., 14 sl., 62 vir.
IJ	Sl
JI	sl/en
AI	V diplomski nalogi smo proučevali vpliv v embalažno enoto dodanih lovilcev kisika na senzorično kakovost mesnih izdelkov (narezek šunka Pizza Mica, narezek sušena Grajska salama, perutninske pleskavice in mesna jed Bučke s kuskusom). Omenjene izdelke smo pakirali brez dodanih lovilcev kisika (kontrola) oz. z v embalažno enoto dodanimi lovilci kisika (AGELESS® in Freshcare®) ter jih skladiščili v hladilnici pri temperaturi 4 °C. Glede na različno obstojnost izdelkov smo instrumentalne meritve barve (kromometer Minolta s sistemom L^*, a^*, b^*) in senzorično analizo kakovosti (kvantitativna deskriptivna analiza s strukturirano lestvico s sidriščnima vrednostma 0 in 4) opravili prvi dan po izdelavi, na polovici roka uporabe, ob koncu roka uporabe in nekaj dni po koncu roka uporabe (odvisno od vrste izdelka). Na narezkih Pizza Mica in Grajska salama smo izvedli dodatne instrumentalne meritve barve, s katerimi smo želeli ovrednotiti obstojnost barve teh izdelkov, ki so bili izpostavljeni dnevni svetlobi in skladiščeni na sobni temperaturi 20 °C. Ugotovili smo, da dodatek lovilcev v embalažno enoto do roka obstojnosti v primerjavi s kontrolnimi vzorci brez dodanih lovilcev kisika uspešneje ohranja senzorične lastnosti mesnih narezkov in perutninskih pleskavic. Učinek lovilcev kisika je bil, manj opazen pri mesni jedi Bučke s kuskusom. Oba lovilca kisika sta v enaki meri vplivala na kakovost izdelka. Podaljšanje roka uporabe vseh štirih mesnin zgolj z dodanimi lovilci kisika v embalažno enoto ni bil zadosten, zaradi zaznavnih procesov kvara in oksidacijskih procesov. Aktivno pakiranje je zahteva sodobnega časa, smotrnost aplikacije v mesni industriji pa je odvisna od vrste izdelka.

KEY WORD DOCUMENTATION

DN Dn

DC UDC 621.798:637.5:543.92(043)=163.6

DX food packaging/active packaging/oxygen scavengers/absorption oxygen/meat/meat products/ham/salami/patties/sensory properties

AU FINGUŠT, Janja

AA DEMŠAR, Lea (supervisor)/ LUŠNIC POLAK, Mateja (co-advisor)/POŽRL, Tomaž (reviewer)

PP SI – Ljubljana, Jamnikarjeva 101

PB University of Ljubljana, Biotechnical Faculty, Department of Food Science and Technology

PY 2016

TI EFFECT OF PACKAGING WITH OXYGEN SCAVANGERS ON THE SENSORY QUALITY OF SOME MEAT PRODUCTS

DT Graduation Thesis (University studies)

NO IX, 39 p., 8 tab., 14 fig., 62 ref.

LA SI

AL sl/en

AB Effect of packaging with oxygen scavengers in the packaging unit on the sensory quality of some meat products (Sliced ham Pizza Mica, dry meat product Sliced Grajska sausage, poultry patties and meat dish Courgettes on couscous) was determined. These products were packaged without oxygen scavengers (control) and with oxygen scavengers in the packaging unit, respectively (companies AGELESS® and Freshcare®), and stored in cold storage at 4 °C. Instrumental colour measurement (chromometer Minolta with system L^* , a^* , b^*) and sensory quality analysis (quantitative descriptive analysis with structured scale with anchor values 0 and 4) were performed on the first day after production, at half of the expiry date, at expiry date and a few days after the expiry date (depending on the type of product). On packages of Sliced Pizza Mica and Sliced Grajska sausage the additional instrumental colour measurement were performed, in order to determine the colour stability of these products at ambient temperature of 20 °C and exposed to daylight. We have determined that the addition of oxygen scavengers into package units efficiently maintained the organoleptic characteristics of sliced meats and poultry patties at expiry date, less noticeable in the meat dish named Courgettes on couscous, when compared to control samples without added oxygen scavengers; wherein both oxygen scavengers equally affected the quality of the product. The use of all four meat products after expiry date only with the addition of oxygen scavengers in packaging unit is not sufficient, due to perceptual of deterioration and oxidation processes. Active packaging is a requirement of modern times, the efficiency of applications in the meat industry depends on the product type.

KAZALO VSEBINE

KLJUČNA DOKUMENTACIJSKA INFORMACIJA	III
KEY WORD DOCUMENTATION.....	IV
KAZALO VSEBINE	V
KAZALO PREGLEDNIC	VII
KAZALO SLIK	VIII
OKRAJŠAVE IN SIMBOLI	IX
1 UVOD	1
1.1 NAMEN.....	2
1.2 HIPOTEZE	2
2 PREGLED OBJAV	3
2.1 AKTIVNO PAKIRANJE	3
2.2 LOVILCI KISIKA	5
2.2.1 Železov prah.....	7
2.2.2 Askorbinska kislina	8
2.2.3 Encimi.....	8
2.2.4 Nenasičene maščobne kisline	8
2.2.5 Drugi sistemi	9
2.3 ZAKONODAJA	10
2.4 KOMERCIALNI LOVILCI KISIKA	12
2.4.1 Lovilci kisika AGELESS®	12
2.4.2 Lovilci kisika Freshcare®	12
3 MATERIAL IN METODE DELA	14
3.1 MATERIAL.....	14
3.1.1 Konzervirano meso – narezek šunke Pizza Mica	14
3.1.2 Sušene klobase – narezek Grajska klobasa.....	14
3.1.3 Presna mesnina – Perutninska pleskavica	15
3.1.4 Mesna jed – Bučke s kuskusom.....	15
3.1.5 Lovilec kisika AGELESS®	15
3.1.6 Lovilec kisika Freshcare®	16
3.2 NAČRT POSKUSA.....	16
3.3 METODE DELA	17
3.3.1 Senzorična analiza	17
3.3.2 Instrumentalno merjenje barve	18
3.3.3 Statistična analiza	19
4 REZULTATI	20
4.1 KONZERVIRANO MESO – NAREZEK ŠUNKE PIZZA MICA.....	20
4.2 SUŠENE KLOBASE – NAREZEK GRAJSKA SALAMA	24
4.3 PRESNA MESNINA – PERUTNINSKE PLESKAVICE	27
4.4 MESNA JED – BUČKE S KUSKUSOM	28
5 RAZPRAVA IN SKLEPI	30
5.1 RAZPRAVA.....	30

5.2	SKLEPI.....	33
6	POVZETEK.....	34
7	VIRI.....	36
ZAHVALA		

KAZALO PREGLEDNIC

Preglednica 1: Instrumentalno izmerjeni parametri barve površine narezka šunke Pizza Mica, pakirane v embalažne enote z dodanimi lovilci kisika, merjeni med 31-dnevnim skladiščenjem v hladilnici pri temperaturi 4 °C	20
Preglednica 2: Instrumentalno izmerjeni parametri barve površine narezka šunke Pizza Mica, pakirane v embalažne enote z dodanimi lovilci kisika, merjeni med 15-dnevnim skladiščenjem na svetlobi in pri sobni temperaturi 20 °C	22
Preglednica 3: Senzorične lastnosti narezka šunke Pizza Mica, pakirane v embalažne enote z dodanimi lovilci kisika, ocenjene štirikrat med 31-dnevnim skladiščenjem v hladilnici pri temperaturi 4 °C.....	23
Preglednica 4: Instrumentalno izmerjeni parametri barve površine narezka Grajske salama, pakirane v embalažne enote z dodanimi lovilci kisika, merjeni med 55-dnevnim skladiščenjem v hladilnici pri temperaturi 4 °C.....	24
Preglednica 5: Instrumentalno izmerjeni parametri barve površine narezka Grajske salama, pakirane v embalažne enote z dodanimi lovilci kisika, merjeni med 15-dnevnim skladiščenjem na svetlobi in pri sobni temperaturi 20 °C	25
Preglednica 6: Senzorične lastnosti narezka Grajske salama, pakirane v embalažne enote z dodanimi lovilci kisika, ocenjene štirikrat med 55-dnevnim skladiščenjem v hladilnici pri temperaturi 4 °C	27
Preglednica 7: Senzorične lastnosti perutninskih pleskavic, pakiranih v embalažne enote z dodanimi lovilci kisika, ocenjene štirikrat med 11-dnevnim skladiščenjem v hladilnici pri temperaturi 4 °C	28
Preglednica 8: Senzorične lastnosti ohlajene gotove jedi Bučke s kuskusom, pakirane v embalažne enote z dodanimi lovilci kisika, ocenjene štirikrat med 56-dnevnim skladiščenjem v hladilnici pri temperaturi 4 °C.....	29

KAZALO SLIK

Slika 1: Lovilci v obliki zavitka (What is an Oxygen ..., 2016)	5
Slika 2: Različne oblike lovilcev (Bakery Online, 2016)	6
Slika 3: Zavitek polnjen z železovim prahom (Backdoor Survival, 2016).....	7
Slika 4: Diskoloracija rezin suhe salame, en teden skladiščene pri temperaturi 20 °C z in brez uporabe lovilca kisika AGELESS® (AGELESS®, 2016).....	12
Slika 5: Primer razbarvanosti rezine šunke, skladiščene z in brez uporabe lovilca kisika AGELESS® (AGELESS®, 2016)	12
Slika 6: Primer razbarvanosti z in brez uporabe zavitka Freshcare® (Freshcare®, 2016)	13
Slika 7: Šunka Pizza Mica (foto: Fingušt, 2011)	14
Slika 8: Grajska salama (foto: Fingušt, 2011)	14
Slika 9: Perutninske pleskavice (foto: Fingušt, 2011)	15
Slika 10: Bučke s kuskusom (foto: Fingušt, 2011)	15
Slika 11: Lovilci kisika AGELESS® (AGELESS®, 2006)	16
Slika 12: Lovilci kisika Freshcare® LS100 (foto: Fingušt, 2011).....	16
Slika 13: Fotografija narezkov šunke Pizze Mice, vzorec A2 (levo), A1 (sredina) in kontrola (desno) po 11-dnevnom skladiščenju v hladilnici pri temperaturi 4 °C (foto: Fingušt, 2011)	31
Slika 14: Fotografije narezkov Grajske salame, brez (levo), z lovilcem kisika A (sredina) in A2 (desno), po 55-dnevnom skladiščenju v hladilnici pri temperaturi 4 °C (foto: Fingušt, 2011).....	32

OKRAJŠAVE IN SIMBOLI

A1	lovilec kisika podjetja AGELESS®
A2	lovilec kisika podjetja Freshcare®
K	kontrola, brez dodanega lovilca kisika
Mb	mioglobin
MbO₂	oksimioglobin
MetMb	metmioglobin
UV	ultravijolično
VNMK	večkrat nenasičene maščobne kisline

1 UVOD

Zaostritev pogojev v odnosu do higiene in varnostnih vidikov, povezanih s svežim mesom in mesnimi izdelki, hkratnimi zahtevami trgovcev po nizkocenovnih, a obstojnih izdelkih, in pričakovanji potrošnikov po prikladnosti in kakovosti izdelkov (daljši rok uporabe, enostavna uporaba, minimalni čas priprave, podatki o embalaži, vpliv embalaže na okolje), je pospešila razvoj aktivnega pakiranja in zadovoljitev omenjenih zahtev (Kerry in sod., 2006).

Sveže meso se pakira z namenom, da se prepreči kontaminacijo oz. kvar, omogoči aktivnost nekaterih encimov in s tem izboljša mehkobo, prepreči izgubo mase in kadar je to mogoče – zagotovi oksimiglobin ali češnjevo rdečo barvo rdečega mesa (Brody, 1997). Pri mesnih izdelkih je potrebno izpostaviti dejavnike, kot so: dehidracija, oksidacija maščob, diskoloracije in izguba arome (Mondry, 1996). Obstaja več načinov pakiranja svežega mesa, vsak z drugačnimi značilnostmi in možnostmi uporabe. Od mesa na pladnju, prekritega s folijo za kratkotrajno skladiščenje, do različnih oblik pakiranja v modificirano atmosfero različnih sestav za dolgotrajnejše skladiščenje, kot sta tudi vakuumsko pakiranje, pakiranje v atmosfero s 100 % ogljikovim dioksidom za dolgotrajno skladiščenje pri temperaturi hladilnika. Industrija razvija široko uporabne tehnologije pakiranja, ki zagotavljajo kontrolirano visoko kakovost izdelkov. Obstajata dva pristopa k pakiranju, in sicer aktivne tehnologije pakiranja in inteligentne tehnologije pakiranja (Kerry in sod., 2006).

Aktivno pakiranje se nanaša na dodajanje posebnih dodatkov v embalažno enoto (bodisi prosto v embalažo, pritrjeno z notranje strani embalaže ali dodano v samo embalažo kot sestavni del embalaže pri izdelavi), z namenom ohraniti ali podaljšati trajnost in kakovost izdelka. O aktivnem pakiranju govorimo, kadar igra aktivno vlogo v ohranitvi kakovosti živila in ne predstavlja samo ovire za zunanje vplive (Hutton, 2003).

Inteligentno pakiranje (označeno tudi kot pametno pakiranje) je pakiranje, ki v določeni meri zazna lastnosti živila, ga varuje pred vplivi iz okolja in o stanju obvešča proizvajalca, trgovca in potrošnika. Čeprav se tovrstno pakiranje v osnovi razlikuje od aktivnega pakiranja, lahko določene lastnosti inteligentnega pakiranja uporabimo za preverjanje učinkovitosti aktivnega pakiranja (Hutton, 2003). Inteligentno pakiranje je definirano kot pakiranje, ki nadzoruje stanje pakiranega živila z namenom, da posreduje informacije o kakovosti pakirane hrane med transportom in skladiščenjem (Ahvenainen, 2003). Pametne pakirne naprave, ki so lahko sestavni del ali komponenta embalaže za hrano, se lahko uporabijo za nadzorovanje več lastnosti pakiranega živila (Kerry in sod., 2006).

Kljub velikemu številu aktivnih in inteligentnih sistemov za pakiranje hrane, se lahko le omejeno število takih sistemov uporabi za pakiranje mesa in mesnih izdelkov. Razvoj tovrstnih izdelkov je v polnem razmahu (Kerry in sod., 2006).

1.1 NAMEN

Preverili smo smotrnost aplikacije lovilcev kisika v embalažne enote. Omejili smo se na proučevanje vpliva dodatka lovilcev kisika na ohranjanje senzorične kakovosti izdelka in podaljšanje trajnosti, natančneje na pojav diskoloracij ter s tem povezanega poslabšanja vonja in arome izdelka.

1.2 HIPOTEZE

Pri mesnih narezkih, pakiranih z lovilci kisika, ne pričakujemo bistvenega podaljšanja trajnosti, temveč lepšo barvo, boljši vonj in aromo narezkov v primerjavi s kontrolnimi narezki brez lovilcev kisika. Pri pripravljenih obrokih in pleskavicah, pakiranih z lovilci kisika, pa pričakujemo bistveno podaljšanje trajnosti, prav tako tudi boljšo senzorično kakovost v primerjavi s kontrolno.

2 PREGLED OBJAV

Hrana je pogosto občutljiva na kisik, ki je odgovoren za direktno oz. indirektno poslabšanje kakovosti. Poslabšanje kakovosti je posledica oksidativnih reakcij ali prisotnosti škodljivih aerobnih mikroorganizmov. Posledično se za ohranitev živilskih izdelkov zmanjšuje prisotnost kisika v embalaži.

Ostanek kisika je najpogosteje prisoten v živilskih izdelkih zaradi napak v postopkih pakiranja, npr. v mešanica plinov, ki vsebujejo ostanke kisika ali pa zaradi neučinkovitega vakuumiranja. Prav vakuumsko pakiranje je najpogostejši način odstranitve kisika iz izdelka. Tovrstno pakiranje pa kisika, ki v živilo prehaja skozi embalažo, ne zmore odstraniti (Byun in sod., 2011).

Pakiranje v modificirano atmosfero se pogosto uporablja kot alternativa za zmanjševanje ravni kisika v notranjosti embalažnih enot. Za različna živila, raven preostalega kisika, ki jo z modificirano atmosfero dosežemo, še vedno predstavlja previsoko raven za doseganje zelene kakovosti in roka uporabe (Damaj in sod., 2009).

Najpogostejši način odstranjevanja preostalega kisika v embalaži je koncept aktivnega pakiranja. Aktivno pakiranje vključuje lovilce kisika in etilena, lovilce in oddajalce ogljikovega dioksida, uravnavanje vlažnosti, lovilce in oddajalce okusa in premaze, integrirane z antimikrobnimi in antioksidativnimi učinkovinami (Santiago-Silva in sod., 2009).

2.1 AKTIVNO PAKIRANJE

Pakiranje, ki se uporablja za sveže meso, bi moralo zagotavljati sprejemljiv videz, vonj in okus in zakasniti mikrobiološko kvar. Pomembne značilnosti, na osnovi katerih potrošniki presojujejo meso, so izgled, tekstura in okus. Sprejemljiva barva presnega mesa se na površini obdrži relativno kratek čas. Poslabšanje barve mesa je praktično neizbežno in po potrošnikovem mnenju kaže na neke zdravju škodljive procese, pa čeprav se pojavi še preden pride do mikrobiološkega kvara (Faustman in Cassens, 1990).

Trenutno so na voljo različni pakirni sistemi in tehnologije za sveže, kuhano meso in izdelke iz mesa. Na primer, sveže rdeče meso lahko postavimo na pladenj in prekrijemo z embalažnim materialom, prepustnim za kisik ali ga pakiramo v zaprto posodo, napolnjeno s plinom, ki vsebuje velike koncentracije kisika in ogljikovega dioksida. Tovrstno pakiranje označujemo z izrazom »pakiranje v modificirano atmosfero«. Atmosfera znotraj embalažne enote se lahko spreminja s časom skladiščenja, kar gre pripisati reakcijam med komponentami v atmosferi in izdelkom in/ali prehajanju plinov v oz. iz pakiranja skozi embalažni material (Stiles, 1991).

Običajno se rdeče meso skladišči v embalažnih enotah z modificirano atmosfero, ki vsebuje 80 % kisika : 20 % ogljikovega dioksida (Georgala in Davidson, 1970). Kuhano meso se skladišči v pakiranjih v modificirano atmosfero, ki vsebuje 70 % dušika : 30 % ogljikovega dioksida (Smiddy in sod., 2002). Funkcija ogljikovega dioksida v modificirani atmosferi je, da preprečuje rast bakterij, ki povzročajo kvar. Dušik se v modificirani

atmosferi uporablja kot polnilni plin bodisi za zmanjševanje količine drugih plinov ali za ohranitev oblike pakiranja. Glavna funkcija kisika je ohranitev mišičnega barvila mioglobina v njegovi oksigenirani obliki, oksimioglobinu (Seideman in Durland, 1984).

Barva mesa je odvisna od koncentracije barvila, kemijskega stanja barvila in fizikalne lastnosti mesa (razpršitve in absorpcije svetlobe) (Kropf, 1993). Mioglobin v mesu se kemijsko spreminja (dezoksimioglobin, oksimioglobin in metmioglobin) in te kemijske spojine so v medsebojnem ravnovesju. Dezoksimioglobin, pogosto poimenovan tudi mioglobin (Mb) ali reducirani mioglobin, vsebuje železo v fero obliki (Fe^{2+}) in daje mesu purpurno rdečo barvo, ki je vidna v globini mišice. V navzočnosti kisika se Mb lahko spremeni v dve različni obliki barvila, v oksimioglobin (MbO_2) ali v metmioglobin (MetMb), oksigenirano in oksidirano obliko (Gašperlin, 2000).

Na površini mišice, kjer je izobilje kisika, se oblikuje svetlejši oksimioglobin in njegova rdeča barva se razprostira v globino vse do koder prodira kisik. Pojav imenujemo cvetenje ali oksigenacija in je posledica vezave prostega molekularnega kisika iz zraka na proste vezi mioglobina (Clydesdale in Francis., 1971; Bučar, 1997). Sveža mišica z dobro reducirajočo sposobnostjo bo imela dva sloja barvila, oksimioglobinski na površini in dezoksimioglobinski v notranjosti. Postopno povečanje prodiranja oksimioglobina v globino mišice lahko traja nekaj dni, odvisno od razmer v okolici mišice in redukcijskih sposobnosti mišice, vendar pa se na koncu začne sloj tanjšati. Ko se izčrpajo reducirajoči mehanizmi mišice, se med oksimioglobinskim in dezoksimioglobinskim slojem prične oblikovati tretji sloj barvila, rjavi metmioglobin. Oksimioglobinski sloj postaja tanjši, metmioglobinski pa debelejši, približuje se tudi površini. Vizualno in tudi instrumentalno se zaznajo rjave diskoloracije, ki se povezujejo s pomanjkanjem svežine (Gašperlin, 2000; Faustman in Cassens, 1990). Mac Dougall (1977) trdi, da potrošniki odklanjajo meso že z 20 % metmioglobina. Za zmanjšanje tvorbe metmioglobina v svežem rdečem mesu se mora iz pakiranja odstraniti kisik pod 0,05 % (Faustmann in Cassens, 1990). Velike koncentracije kisika v modificirani atmosferi pospešujejo oksidacijo maščob, kar sčasoma negativno vpliva na barvo svežega mesa (O'Grady in sod., 1998). Oksidacija maščob je osnovni negativni proces v svežem mesu, kar se kaže v poslabšanju vonja in okusa (Kerry in sod., 2006).

V kuhanih mesnih izdelkih, npr. kuhani šunki, na stabilnost barve in sprejemljivost izdelka vpliva večje število dejavnikov, npr. delež preostalega kisika, razmerje med vsebino in embalažo, prepustnost materialov v embalaži, temperatura skladiščenja, izpostavljenost svetlobi in sestava izdelka (Moller in sod., 2003). Nitrozomioglobin, ki nastane v reakciji med mioglobinom in nitriti, se s kuhanjem pretvori v nitrozokromogen, ki npr. kuhano šunko obarva v tipično roza barvo (Juncher in sod., 2003). Izpostavljenost svetlobi v kombinaciji s kisikom je izredno pomembna za stabilnost barve kuhane šunke, saj lahko tudi pri majhnih koncentracijah kisika povzroči oksidacijo nitrozokromogena v nezaželen metmioglobin, kar na površini mesa povzroči neželjeno sivo barvo (Moller in sod., 2000). Oksidacija maščob je pri kuhanem mesu na splošno majhna (Morrissey in Tichivangana, 1985). Diskoloracije v predpakirani, kuhani šunki povezujemo z majhno koncentracijo kisika oz. nizkim parcialnim tlakom kisika in se jih preprečuje z uporabo lovilcev kisika ali s prevleko, namenjeno lovljenju kisika.

2.2 LOVILCI KISIKA

Prvi patent za lovilce kisika je bil podeljen leta 1938 na Finskem. Razvili so ga z namenom odstranitve preostalega kisika v notranjem okolju kovinskih embalaž. Šlo je za dodatek plina vodika, ki je reagiral s kisikom ob prisotnosti paladija. Ta metoda se ni obnesla in ni prešla v široko uporabo, saj je bil vodik nestabilen za uporabo in skladiščenje. Prav tako je to drag plin in je tudi lahko škodljiv (Abe in Kondoh, 1989).

Lovilci kisika postajajo vse bolj zanimivi za proizvajalce hrane in trgovce, rast prodaje na svetovnem trgu je izredna. Ocena obsega izdelave teh lovilcev v družbi Pira International Ltd za leto 2001 znašala 12 mlrd enot lovilcev na Japonskem, 500 mio enot lovilcev v ZDA in 300 mio lovilcev v Zahodni Evropi. Za leto 2007 so ocene znašale 14,4 mlrd enot lovilcev na Japonskem, 4,5 mlrd v ZDA ter 5,7 mlrd v Zahodni Evropi. Družba Pira International je ocenila globalni trg lovilcev v letu 2005 na 588 mio \$, v letu 2010 pa je ocena znašala 924 mio \$. Z gospodarskim vzponom Kitajske in s povečanjem popularnosti PET steklenic z lastnostmi lovilcev kisika in uporabo teh v embaliranju pijač se je ta trg še dodatno povečal (Cruz in sod., 2012).

Izbira primernega lovilca kisika temelji predvsem na ravni kisika v notranjem okolju embalažne enote, količini kisika, ki je ujeta v živilu, in količini kisika, ki bo prešla iz okolice v enoto med skladiščenjem. Narava hrane (velikost, oblika, teža), vodna aktivnost in želen rok uporabe so prav tako pomembni dejavniki, ki vplivajo na izbiro lovilcev kisika (Vermeiren in sod., 2003).



Slika 1: Lovilci v obliki zavitka (What is an Oxygen ..., 2016)

Lovilci kisika morajo ustrezati zahtevam, kot so: neškodljivost za zdravje, sposobnost absorpcije kisika v zadostni meri, da ne oddajajo strupov ali strupenih plinov in vonja, ustrežna velikost in konstantna učinkovitost ter absorpcija velikih količin kisika za ekonomsko sprejemljivo ceno (Nakamura in Hoshino, 1983; Abe, 1994; Rooney, 1995).

Da lahko govorimo o učinkovitem lovilcu kisika, mora embalaža izpolnjevati več lastnosti (Nakamura in Hoshino, 1983; Abe, 1994; Smith, 1996). Najprej je potrebno zagotoviti embalažo oz. folijo z majhno prepustnostjo kisika, saj bodo v nasprotnem primeru lovilci kisika postali prehitro prenasršeni in s tem izgubili lastnost absorpcije. Za pakiranje z lovilci kisika se priporočajo embalažni materiali, ki imajo prepustnost kisika nižjo od $20 \text{ ml/m}^2 \times \text{d} \times \text{atm}$. Prav tako je potrebno poskrbeti za dobro izvedeno pakiranje izdelkov, da ob

tesnilnih varih embalaže zrak ne uhaja v notranjost. Navsezadnje pa je potrebno izbrati lovilec kisika primernih lastnosti in primerne velikosti. Primerna velikost lovilca se izračuna na podlagi sledeče formule (Roussel, 1999). Obseg prisotnega kisika v trenutku pakiranja (A) se izračuna na podlagi:

$$A = \left(V - \frac{P \times [\text{kisik}]}{100} \right) \quad \dots (1)$$

pri čemer je V volumen končnega izdelka, določen z potopitvijo v vodo in izražen v ml, P je teža končnega izdelka v g in [kisik] je začetna raven koncentracije kisika v embalaži ($\cong 21\%$, če gre za zrak).

Dodatno je potrebno izračunati raven kisika, za katerega se predvideva, da bo prešel skozi embalažo v roku uporabe izdelka (B). Ta raven, določena v ml, se izračuna na podlagi:

$$B = S \times P \times D \quad \dots (2)$$

pri čemer je S površina izdelka v m^2 , P je prepustnost embalaže v $\text{ml}/\text{m}^2/24\text{ur}/\text{atm}$ in D je rok uporabe izdelka v dneh.

Količina kisika, ki ga bo potrebno absorbirati, se pridobi, če seštejemo vrednosti A in B. Na podlagi tega izračuna lahko predvidimo velikost in število lovilcev kisika, potrebnih za uporabo.

Lovilci se nahajajo v različnih oblikah zavitkov, nalepk, filmov, kartice (Suppakul in sod., 2003).

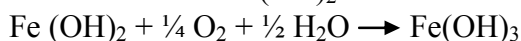
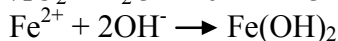
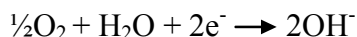


Slika 2: Različne oblike lovilcev (Bakery Online, 2016)

Obstoječe tehnologije lovilcev kisika uporabljajo sledeče koncepte: oksidacija železovega prahu, oksidacija askorbinske kisline, oksidacija barv občutljivih na svetlobo, encimske reakcije (glukoza- in alkohol-oksidadza), oksidacija večkrat nenasičene maščobne kisline (oleinska, linolenska), odstranitev kisika z riževimi ekstrakti ali imobilizirane kvasovke na stabilni podlagi (Floros in sod., 1997).

2.2.1 Železov prah

Glavnina lovilcev kisika na trgu deluje po principu oksidacije železa ob prisotnosti vode (Smith in sod., 1990). Samoreaktivni zavitki vsebujejo vlago in takoj ko je zavitek izpostavljen zraku, se prične reakcija. V zavitkih, ki ne vsebujejo vlage, se reakcija prične takoj, ko vlaga iz izdelka preide v zavitek lovilca. Tovrstni zavitki so stabilni na zraku, saj ne odreagirajo takoj in so bolj primerni za rokovanje in skladiščenje v suhih pogojih (Vermeiren in sod., 1999; Cruz in sod., 2005).



... (3)

V kolikor poznamo oksidacijsko raven živila in prepustnost materialov oz. embalaže, je mogoče izračunati količino železa, potrebnega za vzdrževanje želene ravni kisika v obdobju uporabe izdelka (Shorter, 1982). Osnovno načelo je, da bo 1 g železa reagiral z 300 ml kisika (Labuza, 1987; Nielsen, 1997; Vermeiren in sod., 1999). V primeru uporabe zavitkov z železovim prahom, obstaja možnost, da končni uporabnik poškoduje zavitek, pri tem bi se vsebina lahko usula na proizvod, kar bi lahko ogrozilo zdravje potrošnika. Vendar letalna doza (količina, ki lahko povzroči smrt pri 50 % populacije) za železo znaša 16 g/kg telesne teže. Največji zavitki dostopni na trgu vsebujejo 7 g železa, kar znaša le 0,1 g/kg pri osebi s telesno težo 70 kg, kar je 160-krat manj od letalne doze (Labuza in Breene, 1989).



Slika 3: Zavitek polnjen z železovim prahom (Backdoor Survival, 2016)

Alternativo zavitkom predstavlja apliciranje lovilca v samo embalažo. Tovrstna embalaža ponuja proizvajalcem poslovno prednost zaradi izboljšanih lastnosti in prodaje. Prav tako se s tem izognemo riziku, da bi se zavitek strgal in bi prišlo do zaužitja njegove vsebine (Suppakul in sod., 2003).

Slabost tehnologije lovilcev kisika z dodanim železovim prahom je ovira pri uporabi mikrovalovne pečice in detektorjem kovin v proizvodnji živilskih izdelkov. Zato se kot lovilci kisika lahko uporabljajo tudi askorbinska kislina, encimi (glukoza- in alkohol-oksidadza), večkrat nenasičene maščobne kisline in drugi sistemi (Labuza in Breene, 1989).

2.2.2 Askorbinska kislina

Askorbinska kislina je komponenta v lovilcih kisika, ki temelji na oksidacijski reakciji askorbinske kisline v dehidroaskorbinsko kislino. Večina teh reakcij je počasnih in se jih da pospešiti s svetlobo ali kovino, ki deluje kot katalizator, npr. z bakrom (Cruz in sod., 2005).

Zmožnost absorpcije kisika je odvisna od količine askorbinske kisline. Popolna odstranitev 1 mol kisika zahteva 2 mol askorbinske kisline (Cruz in sod., 2005). Askorbinska kislina in njene soli se kot lovilci kisika uporabljajo v obliki zavitkov in premazov. V kolikor aktivna snov v omenjenih lovilcih vsebuje katalizator, npr. kovino (Cu, Co) in se aktivira z vodo, je to posebej označeno na zavitku (Brody in sod., 2001).

2.2.3 Encimi

Nekateri lovilci kisika uporabljajo kombinacijo dveh encimov, glukoza oksidaze in katalaze, ki v reakciji s substratom povzročita absorpcijo kisika. Glukoza oksidaza prenese dva vodika iz $-CHOH$ skupine glukoze, ki je lahko že navzoča ali dodana k izdelku, v O_2 , s formacijo glukono-delta-laktona in H_2O_2 . Lakton se nato spontano hidrolizira, tvori se glukonska kislina (Labuza in Breene, 1989; Nielsen, 1997).



Negativni dejavnik tega procesa je prisotnost katalaze, naravnega kontaminanta, ki ga najdemo v pripravi glukozne oksidaze. Katalaza razgrajuje H_2O_2 v H_2O in O_2 ter posledično zavira učinkovitost te tehnologije. Proizvodnja glukoza oksidaze brez katalaze je predraga. (Labuza in Breene, 1989).



Glede na reakcijo 1mol glukoze reagira z 1 mol O_2 .

Prednost omenjene tehnologije je, da ne vsebuje železovega prahu, zato ne predstavlja ovire mikrovalovnim pečicam in detektorjem kovin v proizvodnji živilskih izdelkov.

Poleg glukoza oksidaze imajo tudi drugi encimi potencialne učinke lovilcev kisika, npr. etanol oksidaza, ki oksidira etanol v acetaldehid, vendar bi ob veliki količini kisika bila potrebna tudi velika količina etanola, ki pa bi v izdelku povzročil poslabšanje vonja (Labuza in Breene, 1989).

2.2.4 Nenasičene maščobne kisline

Oksidacija večkrat nenasičenih maščobnih kislin (VNMK) je prav tako ena izmed tehnik lovljenja kisika, zelo primerna za sušena živila. Večina poznanih lovilcev kisika ima namreč pomanjkljivost, da v primeru odsotnosti vode do absorpcije kisika ne pride. V kolikor bi takšen lovilec kisika dodali v embalažno enoto k sušenemu živilu, bi lahko prišlo do prehajanja vode iz lovilca kisika v izdelek. Japonsko podjetje Mitsubishi Gas Chemical je nosilec patenta, ki kot reaktivno snov uporablja VNMK. VNMK (linolna in

linolenska) se nahajata v olju, kot je sojino, sezamovo ali olje iz semen bombaža. Olje z VNМК se združi s kovinskim katalizatorjem (npr. kalcijev karbonat) in tvori snov za lovljenje kisika. Na ta način se lahko lovilec kisika proizvede v granulah in prahu ter zapakira v zavitke (Floros in sod., 1997).

Slabost tovrstnih lovilcev kisika je, da med reakcijo večkrat nenasičenih molekul in kisika kot stranski produkt nastajajo organske kisline, aldehidi ali ketoni. Ti lahko vplivajo na okus živila, živilo lahko postane neužitno (Brody in sod., 2001). Ta slabost se lahko obvladuje z uporabo materialov, ki preprečujejo prehajanje snovi iz lovilcev kisika v okolico. Tak material mora preprečevati predvsem prehajanje organskih snovi iz lovilca, dopuščati pa mora prehajanje kisika v lovilec. Sodobne rešitve, ki jih ponuja industrija, so lovilci kisika v obliki polimerov (Rooney, 1995).

2.2.5 Drugi sistemi

Poleg omenjenih sistemov delovanja lovilcev kisika poznamo še nekatere druge. Eden od takih sistemov je imobilizacija mikroorganizmov v zaprte sisteme. Kot navajajo Edens in sod. (1992) so v tem primeru uporabljali imobilizirane kvasovke v oblogi pokrovčka steklenice za pivo. Koncept patenta je bil, da se ob stiku z vlago aktivirajo kvasovke, pri tem porabijo kisik ter proizvedejo ogljikov dioksid in alkohol. V steklenici ogljikov dioksid in alkohol lahko prehajata v vsebino, v tem primeru v pivo, pri čemer to ne povzroča merljivih sprememb v izdelku.

Poznamo tudi tehniko lovljenja kisika z barvili, občutljivimi na svetlobo, s katerimi so impregnirani polimerni embalažni materiali. Ko se embalažni material osvetli z ultravijolično lučjo (UV), barvilo aktivira kisik v njegovo singletno stanje, s tem se pospeši reakcija odstranjevanja kisika. Singletni kisik je namreč zelo močan oksidant. (Ohlsson in Bengtsson, 2002). Tovrstno lovljenje kisika ne potrebuje vode za aktivacijo, torej je uporabno pri vlažnih in suhih izdelkih. Lovljenje kisika se namreč aktivira na pakirni liniji z osvetlitvijo (Vermeiren in sod., 2003).

Kot način lovljenja kisika se uporabljajo tudi antioksidanti, vgrajeni v fleksibilne plastične embalažne sisteme. Namenjeni so zmanjšanju prehajanja kisika skozi plastične materiale ali odstranjevanju kisika iz embalaže, ki vsebuje suho hrano, npr. kosmiče za zajtrk (Floros in sod., 1997). Dlje časa so bili v uporabi sintetični antioksidanti, vendar je njihova uporaba postala sporna zaradi suma, da imajo kancerogene lastnosti (Chen in sod., 1992; Imaida in sod., 1983). Prav tako so potrošniki na splošno proti uporabi sintetičnih prehranskih aditivov. Posledično obstaja veliko zanimanje za razvoj in uporabo naravnih antioksidantov. Obstaja veliko naravnih sestavin, ki imajo antioksidativne lastnosti, npr. tokoferoli, lecitin, organske kisline, rožmarinov ekstrakt in origano.

2.3 ZAKONODAJA

Z razvojem aktivnih in inteligentnih sistemov pakiranja je v luči tehnološkega napredka Evropska komisija ustanovila projekt (FAIR projekt C-98-4170), znan pod vzdevkom ACTIPAK, v okviru katerega so želeli nadomestiti Direktivo Sveta (ES) 89/109/EGS z dne 21.12.1988. Dne 27.10.2004 je bila sprejeta Uredba Evropskega parlamenta in Sveta, ki se nanaša na materiale in izdelke, namenjene za stik z živilom.

Uredba Evropskega parlamenta in Sveta (2004) v 2. členu opredeli pojma:

- a) „aktivni materiali in izdelki namenjeni za stik z živilom“ (v nadaljnjem besedilu „aktivni materiali in izdelki“) pomenijo materiale in izdelke, ki so namenjeni podaljšanju roka uporabe ali vzdrževanju ali izboljšanju stanja pakiranih živil. Narejeni so z namenom, da vsebujejo sestavine, ki se sprostijo v pakirana živila ali absorbirajo snovi v pakiranih živilih iz njih ali okolja, ki živila obdaja;
- b) „inteligentni materiali in izdelki za stik z živilom“ (v nadaljnjem besedilu „inteligentni materiali in izdelki“) pomenijo materiale in izdelke, ki spremljajo stanje pakiranih živil ali okolja, ki živila obdaja;

Uredba Evropskega parlamenta in Sveta (2004) v 3. členu določa tudi:

1. Materiali in izdelki, vključno z aktivnimi in inteligentnimi materiali in izdelki, se proizvajajo v skladu z dobro proizvodno prakso, tako da v normalnih ali predvidljivih pogojih uporabe njihove sestavine ne prehajajo v živila v količinah, ki bi lahko: (a) ogrožale zdravje ljudi; ali (b) povzročale nesprejemljivo spremembo v sestavi živil; ali (c) povzročale poslabšanje njihovih senzoričnih lastnosti.
2. Označevanje, oglaševanje in predstavitev materiala ali izdelka ne sme zavajati potrošnikov.

Glede na to, da gre za Uredbo(2004) , gre za pravno zavezujoč akt in jo morajo v celoti uporabljati v vseh državah Evropske unije.

Poleg splošnih zahtev iz Uredbe Evropskega parlamenta in Sveta (2004), je Komisija Evropskih skupnosti po posvetovanju z Evropsko agencijo za varnost hrane sprejela dne 29. 5. 2009 Uredbo Evropskega parlamenta in Sveta o aktivnih in inteligentnih materialih in izdelkih namenjenih za stik z živilom, ki vzpostavlja posebna pravila za varno uporabo aktivnih in inteligentnih materialov in izdelkov.

Uredba Evropskega parlamenta in Sveta (2009) v 3. členu opredeli pojme:

- a) „aktivni materiali in izdelki“ pomenijo materiale in izdelke, ki so namenjeni podaljšanju roka uporabe ali vzdrževanju ali izboljšanju stanja pakiranih živil; zasnovani so, da namenoma vsebujejo sestavine, ki sprostijo snovi v pakirana živila ali jih absorbirajo iz pakiranih živil ali okolja, ki živila obdaja;
- b) „inteligentni materiali in izdelki“ pomenijo materiale in izdelke, ki spremljajo stanje pakiranih živil ali okolja, ki živila obdaja;
- c) „sestavina“ pomeni posamezno snov ali kombinacijo posameznih snovi, ki povzročijo aktivno in/ali inteligentno delovanje materiala ali izdelka, vključno s proizvodi reakcije in situ navedenih snovi; ne zajemajo pasivnih delov, kot so materiali, ki so dodani ali vključeni;

- d) „funkcionalna pregrada“ pomeni pregrado, ki je sestavljena iz ene ali več plasti materiala za stik z živali, kar zagotavlja, da je končni material ali izdelek v skladu s členom 3 Uredbe Evropskega parlamenta in Sveta (2004) in to uredbo (2009);
- e) „aktivni materiali in izdelki, ki sproščajo“ pomenijo tiste aktivne materiale in izdelke, ki so zasnovani, da namenoma vsebujejo sestavine, ki sprostijo snovi v ali na pakirana živila ali okolje, ki živila obdaja;
- f) „aktivne snovi, ki se sproščajo“ pomenijo tiste snovi, ki jih predvidoma sprostijo aktivni materiali in izdelki v ali na pakirana živila ali okolje, ki živila obdaja.

Glede na to, da gre za Uredbo, gre za pravno zavezujoč akt in jo morajo v celoti uporabljati v vseh državah EU. Uporablja se jo neposredno.

Pristojni organ za izvajanje Uredbe Evropskega parlamenta in Sveta (2004) na območju Republike Slovenije in Uredbe o izvajanju Uredbe Evropskega parlamenta in Sveta o materialih in izdelkih, namenjenih za stik z živali, in o razveljavitvi direktiv 80/590/EGS in 89/109/EGS je ministrstvo, pristojno za zdravje, ki v ta namen opravlja naslednje naloge:

1. sprejema vloge za izdajo dovoljenja, s katerim se odobri nova snov, in vloge za spremembo veljavnega dovoljenja ter pisno potrdi njihov sprejem, v skladu z 9. in 12. členom Uredbe Evropskega parlamenta in Sveta (2004),
2. o prispelih vlogah nemudoma obvesti Evropsko agencijo za varnost hrane,
3. poskrbi, da so vloga in dodatne informacije, ki jih pošlje vlagatelj, na voljo Evropski agenciji za varnost hrane.

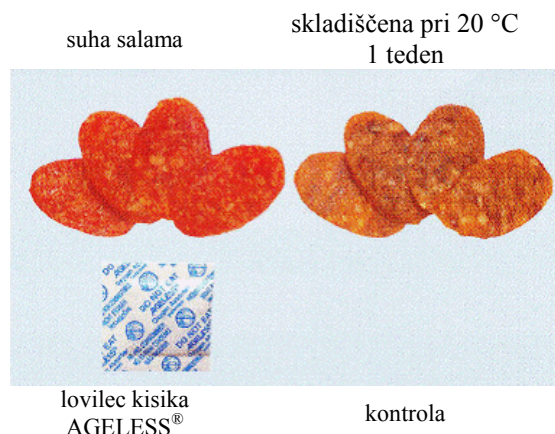
Uradni zdravstveni nadzor nad izvajanjem te uredbe izvajajo zdravstveni inšpektorji in veterinarski inšpektorji, v skladu s svojimi pristojnostmi.

Zagrožena kazen za pravno osebo, ki ne deluje v skladu z zgoraj navedenimi pravnimi predpisi znaša od 2.000,00 – 30.000,00 EUR.

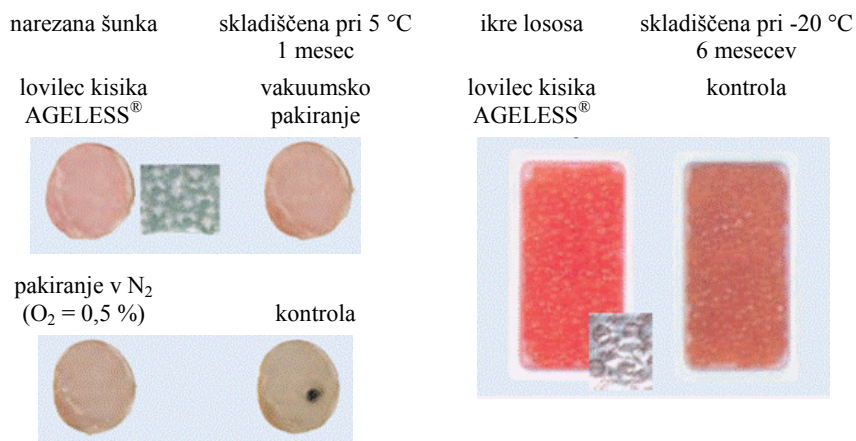
2.4 KOMERCIALNI LOVILCI KISIKA

2.4.1 Lovilci kisika AGELESS®

Lovilci kisika AGELESS® so učinkoviti in preprosti za uporabo. Ustvarijo okolje brez kisika v embalažni enoti, ki ohrani svežino proizvoda in podaljša trajnost. AGELESS® zmanjša vsebnost kisika v embalaži pod 0,1 % in s tem pripomore k zmanjšanju uporabe aditivov, prepreči rast aerobnih mikroorganizmov, preprečuje oksidacijo in diskoloracije, ohranja okus, vonj, svežino in hranilne snovi v izdelku.



Slika 4: Diskoloracija rezin suhe salame, en teden skladiščena pri temperaturi 20 °C z in brez uporabe lovilca kisika AGELESS® (AGELESS®, 2016)



Slika 5: Primer razbarvanosti rezine šunke, skladiščene z in brez uporabe lovilca kisika AGELESS® (AGELESS®, 2016)

2.4.2 Lovilci kisika Freshcare®

Prednosti lovilcev kisika Freshcare® so podaljšanje roka uporabe izdelkov (s tem posledično nastaja manj odpadkov, izboljša se logistika, poveča se prodajno območje), zaščita in varnost (dokazano zmanjšanje vsebnosti O₂ na <0,1 %), razvoj novih izdelkov (manj konzervansov, manj soli, manj sladkorja, manjša omejitev sestavin).

Prednosti:

- bolj zdravi izdelki (manj soli, sladkorja, aditivov),
- boljši okus,
- podaljšana svežina.

Za predelane mesne izdelke velja, da se z dodatkom teh lovilcev kisika izdelkom podaljša rok uporabe, izboljša se okus, vonj in barva ter prepreči rasti aerobnih mikroorganizmov (Freshcare[®], 2016).



brez diskoloracij

diskoloracija

Slika 6: Primer razbarvanosti z in brez uporabe zavitka Freshcare[®] (Freshcare[®], 2016)

3 MATERIAL IN METODE DELA

3.1 MATERIAL

3.1.1 Konzervirano meso – narezek šunke Pizza Mica

Šunka Pizza Mica, narezek (slika 7), se glede na Pravilnik o kakovosti mesnih izdelkov (2012) uvršča v kategorijo pasteriziranih mesnin. Podatki iz označbe na izdelku so naslednji:

SESTAVINE: svinjsko meso, voda, emulzija svinjskih kožic, krompirjev škrob in vlaknina, sol, dekstroza, sredstvo za zgostitev (predelana morska alga euchema), stabilizatorja (natrijev difosfat, natrijev trifosfat), aroma, antioksidant (natrijev eritorbat), začimbe in začimbni ekstrakti, barvilo (karminska kislina), konzervans (natrijev nitrit). Lahko vsebuje sledi *mleka*. Pakirano v kontrolirani atmosferi. Hraniti pri temperaturi od 0 do +6 °C. Proizvaja Panvita MIR d.d., Ljutomerska cesta 28a, 9250 Gornja Radgona.



Slika 7: Šunka Pizza Mica (foto: Fingušt, 2011)

3.1.2 Sušene klobase – narezek Grajska klobasa

Grajska salama, narezek (slika 8), se glede na veljavni pravilnik uvršča v kategorijo sušenih mesnin. Podatki iz označbe na izdelku so naslednji:

SESTAVINE: svinjsko meso in slanina, goveje meso, rdeča pesa v prahu, začimbe in začimbni ekstrakti, aroma, stabilizator (natrijev difosfat), antioksidanti (askorbinska kislina, natrijev askorbat), konzervans (natrijev nitrit), starterska kultura, barvilo (karminska kislina). Porabiti v treh dneh po odprtju. Lahko vsebuje sledi *mleka*. Pakirano v kontrolirani atmosferi. Hraniti pri temperaturi od 0 do +4 °C. Proizvaja Panvita MIR d.d., Ljutomerska cesta 28a, 9250 Gornja Radgona.



Slika 8: Grajska salama (foto: Fingušt, 2011)

3.1.3 Presna mesnina – Perutninska pleskavica

Perutninska pleskavica (slika 9), pakirana v kontrolirani atmosferi, presna mesnina. Podatki iz označbe na izdelku so naslednji:

SESTAVINE: piščančje meso (92 %), voda, jedilna sol, prehranska vlaknina, začimbe, sredstvo za uravnavanje kislosti: natrijev acetat, dekstroza, arome, posušena zelenjava, antioksidant: askorbinska kislina. Hraniti pri temperaturi od -1 do +4 °C. Proizvaja Pivka d.d., Kal 1, 6257 Pivka.



Slika 9: Perutninske pleskavice (foto: Fingušt, 2011)

3.1.4 Mesna jed – Bučke s kuskusom

Mesna jed, imenovana Bučke s kuskusom (slika 10), ima na označbi zapisane sledeče podatke.

SESTAVINE: bučke (39 %), *pšenični* zdrob durum (13 %), voda, goveje meso (10 %), rdeča paprika (7 %), paradižnik (3,8 %), svinjska mast, svinjsko meso (3,7 %), ekstra deviško oljčno olje, čebula, drobtine (*pšenična* moka, kvas, sol), sol, *jajce* v prahu, paradižnikov pire, česen, olje oljne repice, peteršilj (0,07 %), začimbe, poper. Hraniti pri temperaturi od 0 do +4°C. Priprava: 2 minuti v mikrovalovni pečici: 1. Odstranite embalažo, 2. Posodo postavimo v mikrovalovno pečico in pustimo, da se segreje za 2 min pri 750 vatov. Počakajte nekaj minut pred postrežbo. Proizvaja Fleury Michon, Francija.



Slika 10: Bučke s kuskusom (foto: Fingušt, 2011)

3.1.5 Lovilec kisika AGELESS®

V poskusu smo uporabili lovilce kisika v obliki paketkov AGELESS®, serije Z (primerna za živila z vodno aktivnostjo pod 0,95; ekvivalent volumna zraka 150 ml), proizvajalca MITSUBISHI GAS CHEMICAL COMPANY INC., Japonska.



Slika 11: Lovilci kisika AGELESS® (AGELESS®, 2006)

3.1.6 Lovilec kisika Freshcare®

V poskusu smo uporabili lovilce kisika v obliki paketkov Freshcare® LS100 (O₂ CONTROL, Nizozemska), za katere je iz specifikacije razvidno, da naj bi bila absorpcija kisika <0,1 %, v prisotnosti 25 ml zraka in pri temperaturi manj kot 25 °C v 24-urah (specifikacijska verzija NG/15.12.2010).



Slika 12: Lovilci kisika Freshcare® LS100 (foto: Fingušt, 2011)

3.2 NAČRT POSKUSA

V študiji smo se omejili na proučevanje vpliva dodatka lovilcev kisika na ohranjanje senzorične kakovosti izdelka in podaljšanje trajnosti, natančneje na pojav diskoloracij ter s tem povezanega poslabšanja vonja in arome izdelka. S tem namenom smo izbrali štiri izdelke in na njih proučevali spremembe senzoričnih lastnosti, na narezkih pa tudi instrumentalno merili spremembo barve med skladiščenjem pod različnimi pogoji.

Osnovni material za izvedbo poskusa so bili vzorci aktivno pakiranih živil, in sicer narezek šunka Pizza Mica, narezek sušena Grajska salama, perutninske pleskavice in pripravljena pasterizirana jed, imenovana Bučke s kuskusom. V podjetjih smo skupaj z njihovimi tehnologi pripravili tri eksperimentalne skupine živil in jih ustrezno označili: vzorce brez dodanih lovilcev kisika smo označili kot kontrola (K), vzorce z dodanim lovilcem kisika proizvajalca AGELESS® z oznako A1 in vzorce z dodanimi lovilci kisika proizvajalca Freshcare® z A2.

Štiri proizvodne serije tako pripravljenih eksperimentalnih skupin narezkov šunka Pizza Mica in suhe salame Grajske klobase smo vzorčili aprila 2011 v podjetju Panvita MIR, od

koder smo jih v hladilnih torbah prepeljali na Katedro za tehnologijo mesa in vrednotenje živil ter tam shranili v hladilnici pri temperaturi 4 ± 2 °C. Na enak način smo mesne jedi Bučke na kuskusu vzorčili aprila in maja 2011 v podjetju Proconi, ki proizvaja za Fleury Michon, Francija, in perutninske pleskavice v septembru leta 2011 v podjetju Pivka d.d.

Glede na različno obstojnost izdelkov smo instrumentalne meritve barve in senzorično analizo kakovosti opravili prvi dan po izdelavi, na polovici roka obstojnosti, ob roku obstojnosti in nekaj dni po roku obstojnosti (odvisno od vrste vzorca):

- narezek šunke Pizza Mica: 1. dan, 11. dan, 21. dan in 31. dan skladiščenja;
- narezek Grajska salama: 1. dan, 23. dan, 45. dan in 55. dan skladiščenja;
- mesna jed Bučke na kuskusu: 1. dan, 21. dan, 42. dan in 56. dan skladiščenja;
- perutninska pleskavica: 1. dan, 4. dan, 8. dan in 11. dan skladiščenja.

Na narezkih Pizza Mica in Grajska salama, seveda z dodanimi lovilci kisika in brez njih, smo izvedli še dodatne instrumentalne meritve barve na površini narezka, s katerimi smo želeli ugotoviti obstojnost barve teh izdelkov v hladilnici pri temperaturi 4 °C in na sobni temperaturi 20 °C ter izpostavljenih dnevni svetlobi. Meritve smo izvajali petnajst dni zaporedoma.

3.3 METODE DELA

3.3.1 Senzorična analiza

Senzorična analiza je definirana kot znanstvena disciplina, ki meri, analizira in interpretira reakcije na tiste značilnosti živil, ki jih zaznamo s petimi osnovnimi čuti: z vidom, okusom, vohom, s sluhom in tipom oz. z dotikom (Stone in Sidel, 1993).

V našem poskusu smo izbrali analitični preskus, natančneje kvantitativno deskriptivno analizo. Deskriptivni analitični test je po definiciji postopek opazovanja zaznanih sprememb senzoričnih lastnosti izdelka, običajno v takem vrstnem redu, kot jih zaznamo. Je popoln senzorični opis, ki upošteva vse občutke zaznane med ocenjevanjem izdelka (vidne, slušne, vohalne, tipne, itd.). Deskriptivna analiza velja za najbolj izpopolnjeno senzorično metodo, saj omogoča popoln senzorični opis izdelka, pomaga prepoznati osnovne sestavine, ugotoviti tehnološke spremembe in/ali določiti, katera senzorična značilnost je pomembna za sprejemljivost danega izdelka. Ta test lahko opravljajo le šolani in ustrezno usposobljeni senzorični strokovnjaki, zato jo smatramo kot objektivno metodo. Odvisno od uporabljene tehnike pa je lahko kvalitativna ali kvantitativna (Gacula, 1997; Lawless in Heymann, 1998).

Deskriptivno analizo izvaja panel, ki ga sestavlja vsaj šest preskuševalcev. Pri izbiranju kandidatov upoštevamo zahteve, ki veljajo za vse senzorične preskuševalce. Poleg tega morajo biti kandidati dobrega zdravja, imeti morajo sposobnost koncentracije, interes in motivacijo za delo, sposobnost pomnjenja in sporočanja senzoričnih vtisov, sposobnost za razlikovanje intenzivnosti posamezne lastnosti ter biti odločni in pošteni v sporočanju (Golob in sod., 2005).

Panel v našem poskusu je bil sestavljen iz štirih šolanih preskuševalcev – ekspertov Katedre za tehnologijo mesa in vrednotenje živil. Panel je senzorične lastnosti šifriranih vzorcev ocenjeval v senzoričnem laboratoriju. Za svoje delo je imel na voljo definirane, natančno predpisane, kontrolirane in ponovljive pogoje delovanja. To zajema: ureditev prostora, vzorce, pribor in organizacijo ocenjevanja (Golob in sod., 2006). Tako smo dobili zanesljive rezultate. Za nevtralizacijo okusa je senzorični panel uporabljal sredico belega kruha in vodo.

Preskuševalci so torej za vrednotenje senzorične kakovosti mesnih izdelkov in jedi uporabili metodo kvantitativne deskriptivne analize s strukturirano lestvico s sidriščnima vrednostma 0 in 4 (Golob in sod., 2005). Na tej lestvici 0 pomeni, da lastnost ni izražena ali da je popolnoma nespremenljiva, 1 pomeni, da je lastnost (slabo) izražena, 2 pomeni, da je lastnost srednje (močnejše) izražena, 3 pomeni, da je lastnost močno izražena, 4 pa, da je lastnost zelo močno izražena. Pri ocenjevanju je panel lahko uporabljal tudi polovične vrednosti točk (0,5, 1,5, 2,5 in 3,5). Ocenjevali so naslednje senzorične lastnosti: oksidiranost barve, vonj po žarkem, vonj po starem, aroma po žarkem in aroma po starem.

Tehnika ocenjevanja senzoričnih lastnosti je opisana v nadaljevanju:

- oksidiranost barve (0-4): vrednost 0 – oksidirana barva ni vidna; vrednost 4 – zelo močno oksidirana barva izdelka;
- vonj po žarkem, starem (0-4): vrednost 0 – vonja ni zaznati; vrednost 4 – zelo močno izražen vonj;
- aroma po žarkem, starem, kislem (0-4): vrednost 0 – arome ni zaznati; vrednost 4 – zelo močno izražena aroma.

3.3.2 Instrumentalno merjenje barve

Merjenje barve vzorcev narezkov smo izvedli s kromometrom MINOLTA CR400 (KONICA MINOLTA, Japonska). Pred opravljenimi meritvami smo skladno z navodili kromometer Minolta umerili na beli keramični ploščici ($Y = 93,8$, $x = 0,3134$, $y = 0,3208$).

Vzorec šunke Pizza Mica smo odprli in na zgornji rezini opravili osem meritev. Meritve smo opravili na robu izdelka v smeri urinega kazalca. Tudi narezek Grajska salama smo odprli (odstranili folijo) in zaradi manjšega premera klobase izvedli meritve na dveh rezinah, na vsaki rezini po štiri meritve v smeri urinega kazalca.

Izmerjeno barvo nam je aparat podajal v treh CIE (Commission Internationale de l'Eclairage) vrednostih L^* (svetlost), a^* ($\pm$, rdeča do zelena) in b^* ($\pm$, rumena do modra). Barvni prostor L^* , a^* , b^* je definiran kot sistem z enakimi prostorskimi razmiki. Vrednost L^* predstavlja svetlost barve v območju 0 (črna) do 100 (bela), vrednost a^* določa lego na rdeče-zeleni osi in variira od -60 (zelena) do +60 (rdeča), vrednost b^* pa določa položaj barve na modro-rumeni ose in variira od -60 (modra) do +60 (rumena) (Rudan-Tasič in Klofutar, 2007).

3.3.3 Statistična analiza

V poskusu zbrane podatke smo pripravili in uredili s programom EXCEL XP. Osnovne statistične parametre smo izračunali s postopkom MEANS, s postopkom UNIVARIATE pa smo podatke testirali na normalnost porazdelitve (SAS Software, 1990). Rezultati poskusa so bili analizirani po metodi najmanjših kvadratov s postopkom GLM (General Linear Model).

Za analizo vpliva dodatka lovilca kisika v embalažno enoto na senzorične lastnosti in instrumentalno merjene parametre barve raznih izdelkov smo uporabili statistični model, v katerega smo vključili fiksna vpliva dodanega lovilca kisika ($i = 3$, kontrola – brez, A1 – dodan lovilec kisika podjetja AGELESS[®], A2 – dodan lovilec kisika podjetja Freshcare[®]) in meritve ($j = 4$, na svežem vzorcu, na polovici roka, ob koncu roka in nekaj dni čez rok trajanja; za vrednosti L^* , a^* , b^* – $j = 15$, 1-15 meritev), njune interakcije ter proizvodne ponovitve: model 1: $y_{ijkl} = \mu + S_i + M_j + S_i \times M_{ij} + P_k + e_{ijkl}$. Povprečne vrednosti za eksperimentalne skupine so bile izračunane z Duncanovim testom in primerjane pri 5 % tveganju (SAS Software, 1999).

4 REZULTATI

4.1 KONZERVIRANO MESO – NAREZEK ŠUNKE PIZZA MICA

V preglednici 1 so prikazani rezultati instrumentalnih meritev barvnih vrednosti na površini narezkov šunke Pizza Mica, pakiranih v embalažne enote z dodanimi lovilci kisika in merjeni štirikrat med 31-dnevnim skladiščenjem v hladilnici pri temperaturi 4 °C. Povzamemo lahko, da čas meritve značilno ($p \leq 0,001$) vpliva na vrednosti a^* in b^* pri vseh treh eksperimentalnih skupinah – kontrolni brez dodanega lovilca kisika in pri obeh skupinah z dodanim lovilcem kisika (A1 in A2). Vrednost L^* se s skladiščenjem oz. med meritvami ni spreminjala značilno. Dodatek lovilcev kisika ni značilno vplival na izmerjene barvne vrednosti L^* , a^* in b^* in to ne glede na čas meritve.

Čeprav smo ugotovili značilen vpliv meritve/skladiščenja na vrednost a^* , pa iz preglednice 1 lahko povzamemo, da vrednost a^* med 30-dnevnim skladiščenjem niha. Ob koncu roka uporabe (21 dni) so vzorci značilno manj rdeči (manjša vrednost a^*), v naslednjih 10-ih dneh pa se vrednost a^* poveča na vrednost, ki je le nekoliko manjša (neznačilno) od izhodiščne. Ugotovitev velja za vse eksperimentalne skupine.

S skladiščenjem se značilno zmanjša vrednost b^* le pri kontrolnem vzorcu (iz 10,12 na 8,96), pri vzorcih z dodanim lovilcem kisika A1 se vrednost b^* rahlo zmanjša (iz 9,72 na 9,23), vendar zmanjšanje ni statistično značilno. Podobno je pri vzorcu z lovilcem kisika A2, le da se v tem primeru vrednost b^* , izmerjena ob koncu roka značilno zmanjša za 0,6 enote, nato pa se v naslednjih 10-ih dneh poveča na vrednost, ki je le nekoliko manjša (neznačilno) od izhodiščne.

Preglednica 1: Instrumentalno izmerjeni parametri barve površine narezka šunke Pizza Mica, pakirane v embalažne enote z dodanimi lovilci kisika, merjeni med 31-dnevnim skladiščenjem v hladilnici pri temperaturi 4 °C

Vrednost	Meritev	Dodatek lovilca kisika v embalažno enoto				
		brez	A1	A2	SE	p vrednost
L^*	sveže (1 dan)	66,91	66,22	66,05	3,81	$p_M < 0,692$
	na polovici roka uporabe (11 dni)	66,78	66,24	66,39		$p_S < 0,101$
	ob koncu roka uporabe (21 dni)	66,63	66,35	66,67		$p_{M \times S} < 0,514$
	čez rok uporabe (31 dni)	66,74	66,20	67,23		
a^*	sveže (1 dan)	11,91 ^a	11,72 ^a	11,79 ^a	1,79	$p_M < 0,001$
	na polovici roka uporabe (11 dni)	11,04 ^b	11,17 ^{ba}	11,05 ^b		$p_S < 0,809$
	ob koncu roka uporabe (21 dni)	10,16 ^c	10,65 ^b	10,30 ^c		$p_{M \times S} < 0,672$
	čez rok uporabe (31 dni)	11,26 ^{ba}	11,22 ^{ba}	11,62 ^a		
b^*	sveže (1 dan)	10,12 ^a	9,72	9,90 ^a	1,16	$p_M < 0,001$
	na polovici roka uporabe (11 dni)	9,77 ^{ba}	9,54	9,59 ^{ba}		$p_S < 0,706$
	ob koncu roka uporabe (21 dni)	9,44 ^{ba}	9,37	9,31 ^b		$p_{M \times S} < 0,545$
	čez rok uporabe (31 dni)	8,96 ^c	9,23	9,37 ^{ba}		

Legenda: A1 – AGELESS[®], A2 – Freshcare[®], SE – standardna napaka ocene; M – vpliv meritve; S – vpliv skupine oz. dodanega lovilca kisika; srednje vrednosti z različno črko (^{a,b,c,d}) znotraj stolpca se statistično značilno razlikujejo ($p < 0,05$; značilnost razlik med meritvami)

Rezultati instrumentalnih meritev barve površine narezkov šunke Pizza Mica, pakiranih v embalažne enote z dodanimi lovilci kisika, merjenimi med 15-dnevnim skladiščenjem na svetlobi pri sobni temperaturi 20 °C, so podani v preglednici 2.

Čas skladiščenja in dodatek lovilcev kisika značilno ($p \leq 0,001$) vplivata na vrednosti a^* in b^* pri vseh treh eksperimentalnih skupinah – kontrolni brez dodanega lovilca kisika in pri obeh skupinah z dodanim lovilcem kisika (A1 in A2) na svetlobi pri sobni temperaturi 20 °C. Vrednost L^* se s skladiščenjem oz. z dodanimi lovilci kisika ni spreminjala značilno.

Čeprav smo ugotovili značilen vpliv meritve/skladiščenja na vrednost a^* , pa iz preglednice 2 lahko povzamemo, da se vrednost a^* , v primerjavi s prvim dnem, značilno zmanjša šele po desetem dnevu skladiščenja. Ugotovitev velja za vse eksperimentalne skupine. Dodatek lovilcev kisika je značilno vplival na vrednost a^* . Ne glede na čas meritve, smo na površini narezkov, ki so bili hranjeni na svetlobi pri sobni temperaturi 20 °C z lovilcema kisika A1 in A2, izmerili značilno večje (za okoli 1 do 1,5 enote) vrednosti a^* , kar pomeni, da so narezki med hranjenjem bolj ohranili rdečo barvo. Med različnima vrstama lovilcev kisika razlike v vrednosti a^* niso značilne, torej je učinkovitost ohranjanja stabilne rdeče barve enaka pri obeh lovilcih.

Vrednost b^* se je med 15-dnevnim skladiščenjem na svetlobi pri sobni temperaturi 20 °C značilno zmanjšala pri kontrolnem vzorcu brez lovilca, in sicer iz 8,33 na 7,78. Povzamemo lahko, da se vrednost b^* , v primerjavi s prvim dnem, značilno zmanjša šele po desetem dnevu skladiščenja. Pri narezkih skupin A1 in A2 pa so izmerjene vrednosti b^* med prvim in zadnjim dnem skladiščenja nekoliko narasle, vendar so v primeru narezkov A1 razlike neznailne, v primeru A2 pa značilne, a težko razložljive. Dodatek lovilcev kisika je značilno vplival na vrednost b^* . Do dvanajstega dne skladiščenja smo na površini narezkov, ki so bili hranjeni na svetlobi pri sobni temperaturi 20 °C z lovilcema kisika A1 in A2, izmerili značilno manjše vrednosti b^* , kar pomeni, da so bili narezki brez lovilcev med hranjenjem bolj rumeni kot tisti z lovilci kisika. Med različnima vrstama lovilcev kisika razlike v vrednosti b^* niso značilne, torej sta oba lovilca enako učinkovita v ohranjanju barve. Od trinajstega dne skladiščenja naprej so razlike v vrednosti b^* med skupinami neznailne.

Preglednica 2: Instrumentalno izmerjeni parametri barve površine narezka šunke Pizza Mica, pakirane v embalažne enote z dodanimi lovilci kisika, merjeni med 15-dnevnim skladiščenjem na svetlobi in pri sobni temperaturi 20 °C

Vrednost	Meritev	Dodatek lovilca kisika				<i>p</i> vrednost
		brez	A1	A2	SE	
<i>L</i> *	01	66,58 ^A	65,82 ^B	66,51 ^A	5,44	$p_M < 0,100$
	02	66,80	66,17	66,26		$p_S < 0,100$
	03	66,71	66,32	66,48		$p_{M \times S} < 0,639$
	04	67,07	66,36	66,22		
	05	66,79	66,41	66,40		
	06	66,72	66,52	66,52		
	07	66,49	66,04	65,94		
	08	67,02	66,93	67,21		
	09	66,78	67,00	67,36		
	10	66,97	66,41	66,21		
	11	67,23	66,53	67,12		
	12	65,39	67,09	67,16		
	13	67,05	66,32	66,87		
	14	67,60	66,75	66,82		
	15	67,22	66,93	66,84		
<i>a</i> *	01	9,28 ^{Bba}	10,98 ^{Aa}	10,92 ^{Aa}	2,01	$p_M < 0,001$
	02	8,71 ^{Cbeed}	10,43 ^{Bba}	11,13 ^{Aa}		$p_S < 0,001$
	03	8,97 ^{Bbc}	10,52 ^{Aba}	11,03 ^{Aa}		$p_{M \times S} < 0,668$
	04	8,79 ^{Bbcd}	10,46 ^{Aba}	10,75 ^{Aba}		
	05	9,00 ^{Bbc}	10,32 ^{Abac}	10,75 ^{Aba}		
	06	8,36 ^{Becd}	9,81 ^{Abdc}	10,22 ^{Abc}		
	07	7,91 ^{Be}	9,65 ^{Abcdc}	10,01 ^{Adc}		
	08	9,82 ^{Ba}	10,78 ^{Aa}	10,73 ^{Aba}		
	09	9,31 ^{Bba}	10,48 ^{Aba}	10,66 ^{Aba}		
	10	8,66 ^{Bbeed}	9,28 ^{BAed}	9,98 ^{Adc}		
	11	8,25 ^{Becd}	9,49 ^{Aedc}	9,88 ^{Adc}		
	12	8,15 ^{Bed}	9,44 ^{Aed}	9,70 ^{Adc}		
	13	7,96 ^{Be}	9,09 ^{Aed}	9,53 ^{Ad}		
	14	8,13 ^{Bed}	9,13 ^{Aed}	9,51 ^{Ad}		
	15	8,13 ^{Bed}	8,89 ^{BAe}	9,34 ^{Ad}		
<i>b</i> *	01	8,33 ^{Aba}	7,23 ^B	7,20 ^{Bbac}	7,75	$p_M < 0,002$
	02	8,39 ^{Aa}	7,24 ^B	7,13 ^{Bbdac}		$p_S < 0,0001$
	03	8,38 ^{Aa}	7,30 ^B	6,92 ^{Bbdc}		$p_{M \times S} < 0,003$
	04	8,17 ^{Abac}	7,43 ^B	6,77 ^{Cdc}		
	05	8,18 ^{Abac}	7,30 ^B	6,84 ^{Cbdc}		
	06	7,83 ^{Aebdc}	6,92 ^B	7,01 ^{Bbdc}		
	07	7,52 ^{Aed}	6,91 ^{BA}	6,66 ^{Bd}		
	08	8,06 ^{Abdac}	6,86 ^B	7,09 ^{Bbdac}		
	09	7,56 ^{Aed}	6,99 ^B	7,12 ^{Bbdac}		
	10	8,00 ^{Aebdac}	6,96 ^B	7,14 ^{Bbdac}		
	11	7,55 ^{Aed}	6,96 ^B	7,09 ^{BAbdac}		
	12	7,67 ^{Aedc}	7,24 ^{BA}	7,13 ^{Bbdac}		
	13	7,62 ^{edc}	7,04	7,35 ^{ba}		
	14	7,46 ^e	7,20	7,23 ^{bac}		
	15	7,78 ^{ebdc}	7,44	7,53 ^a		

Legenda: A1 – AGELESS[®]; A2 – Freshcare[®]; SE – standardna napaka ocene; M – vpliv meritve; S – vpliv skupine – dodanega lovilca kisika; srednje vrednosti z različno črko (^{A,B,C}) znotraj vrstice se statistično značilno razlikujejo ($p < 0,05$; značilnost razlik med skupinami); srednje vrednosti z različno črko (^{a,b,c,d,e,f,g,h,i}) znotraj stolpca se statistično značilno razlikujejo ($p < 0,05$; značilnost razlik med meritvami)

Senzorične lastnosti narezka šunke Pizza Mica, pakirane v embalažne enote z dodanimi lovilci kisika, so prikazane v preglednici 3.

Preglednica 3: Senzorične lastnosti narezka šunke Pizza Mica, pakirane v embalažne enote z dodanimi lovilci kisika, ocenjene štirikrat med 31-dnevnim skladiščenjem v hladilnici pri temperaturi 4 °C

Lastnost (0-4)	Meritev	Dodatek lovilca kisika v embalažno enoto				
		brez	A1	A2	SE	p vrednost
oksidiranost barve	sveže (1 dan)	0,0 ^c	0,0 ^c	0,0 ^c	0,1	$p_M < 0,001$
	na polovici roka uporabe (11 dni)	0,8 ^b	0,6 ^b	0,7 ^b		$p_S < 0,001$
	ob koncu roka uporabe (21 dni)	0,7 ^{ba}	0,5 ^{bb}	0,1 ^{cc}		$p_{M \times S} < 0,432$
	čez rok uporabe (31 dni)	1,6 ^{aA}	1,4 ^{aA}	1,1 ^{aB}		
vonj po žarkem	sveže (1 dan)	0,0 ^b	0,0 ^b	0,0 ^b	0,0	$p_M < 0,001$
	na polovici roka uporabe (11 dni)	0,0 ^b	0,0 ^b	0,0 ^b		$p_S < 0,881$
	ob koncu roka uporabe (21 dni)	0,1 ^{ba}	0,0 ^b	0,0 ^b		$p_{M \times S} < 0,973$
	čez rok uporabe (31 dni)	0,2 ^a	0,2 ^a	0,2 ^a		
vonj po starem	sveže (1 dan)	0,0 ^c	0,0 ^c	0,0 ^c	0,2	$p_M < 0,001$
	na polovici roka uporabe (11 dni)	0,3 ^c	0,1 ^c	0,3 ^{cb}		$p_S < 0,096$
	ob koncu roka uporabe (21 dni)	0,8 ^{ba}	0,4 ^{bb}	0,4 ^{bb}		$p_{M \times S} < 0,009$
	čez rok uporabe (31 dni)	1,9 ^{aB}	2,0 ^{aB}	2,4 ^{aA}		
aroma po žarkem	sveže (1 dan)	0,0 ^b	0,0 ^b	0,0	0,2	$p_M < 0,002$
	na polovici roka uporabe (11 dni)	0,2 ^a	0,0 ^b	0,1		$p_S < 0,423$
	ob koncu roka uporabe (21 dni)	0,0 ^{bb}	0,3 ^{aA}	0,1 ^B		$p_{M \times S} < 0,001$
	čez rok uporabe (31 dni)	-	-	-		
aroma po kislem	sveže (1 dan)	0,0 ^b	0,0 ^c	0,0 ^b	0,3	$p_M < 0,001$
	na polovici roka uporabe (11 dni)	0,0 ^b	0,0 ^c	0,0 ^b		$p_S < 0,008$
	ob koncu roka uporabe (21 dni)	1,8 ^{aA}	0,8 ^{bb}	1,0 ^{aB}		$p_{M \times S} < 0,013$
	čez rok uporabe (31 dni)	1,6 ^a	1,3 ^a	1,3 ^a		
aroma po starem	sveže (1 dan)	0,0 ^c	0,0 ^c	0,0 ^c	0,1	$p_M < 0,001$
	na polovici roka uporabe (11 dni)	0,8 ^{ba}	0,3 ^{bb}	0,4 ^{bb}		$p_S < 0,002$
	ob koncu roka uporabe (21 dni)	1,9 ^a	1,5 ^a	1,5 ^a		$p_{M \times S} < 0,129$
	čez rok uporabe (31 dni)	-	-	-		

Legenda: A1 – AGELESS[®]; A2 – Freshcare[®]; SE – standardna napaka ocene; M – vpliv meritve; S – vpliv skupine – dodanega lovilca kisika; srednje vrednosti z različno črko (^{A,B,C}) znotraj vrstice se statistično značilno razlikujejo ($p < 0,05$; značilnost razlik med skupinami); srednje vrednosti z različno črko (^{a,b,c,d}) znotraj stolpca se statistično značilno razlikujejo ($p < 0,05$; značilnost razlik med meritvami); - - preskuševalci lastnosti niso ocenili, ker so zaznali kvar.

Narezki vseh treh eksperimentalnih skupin so bili prvi dan ocenjevanja brezhibni, na polovici roka uporabe so preskuševalci zaznali prve spremembe senzoričnih lastnosti, in sicer oksidirano barvo površine narezka in aromo po starem. Barva je oksidirala pri vseh skupinah vzorcev v enaki meri (0,7-0,8), aroma po starem pa je bila najintenzivnejša pri kontrolnem vzorcu (vrednost 0,8), pri vzorcih z dodanimi lovilci kisika (A1 in A2) pa je bila ta aroma izražena v enaki meri (0,3-0,4), vendar značilno manj kot pri kontrolnem vzorcu. Ob koncu roka uporabe je bil kontrolni vzorec značilno bolj oksidiran, z bolj izraženim vonjem po starem ter aromo po kislem in starem kot pri vzorcih A1 in A2. Vonj in aromo po žarkem so preiskovalci opazili le pri skupinah A1 in A2, vendar je vrednost 0,3 na meji zaznave. Primerjava vzorca A1 in A2 pa je pokazala, da so preskuševalci zaznali značilne razlike med njima le v oksidiranosti barve, pri vzorcu A1 je prišlo pri ocenjevanju čez rok uporabe (31. dan) do večje oksidiranosti kakor pri vzorcu A2. Vse tri skupine izdelkov, ocenjene deset dni po roku uporabe, so se v senzorični kakovosti

bistveno poslabšale. Oksidiranost barve je bila statistično značilna glede na vrsto vzorca, torej kontrolni vzorec je imel največje spremembe barve, sledil je vzorec A2 in A1. Vonj po žarkem je bil enako intenziven pri vseh treh vzorcih. Statistično neznačilna je bila ocena vonja po starem, ta je bila najintenzivnejša pri vzorcih z dodanim lovilec kisika. Izdelki čez rok so imeli nesprejemljiv vonj po procesih kvara, pričel se je torej kvar izdelka.

4.2 SUŠENE KLOBASE – NAREZEK GRAJSKA SALAMA

V preglednici 4 so prikazani rezultati instrumentalnih meritev barvnih vrednosti na površini narezkov sušene klobase Grajska salama, pakiranih v embalažne enote z dodanimi lovilci kisika in merjeni štirikrat med 55-dnevnim skladiščenjem v hladilnici pri temperaturi 4 °C. Povzamemo lahko, da čas meritve/skladiščenja značilno ($p \leq 0,05$) vpliva na vrednosti L^* , a^* in b^* pri kontrolni skupini brez dodanega lovilca kisika in pri skupini z dodanim lovilec kisika A2. Predvsem pri kontrolni skupini se s skladiščenjem značilno zmanjšajo vse vrednosti L^* , a^* in b^* , vendar je zmanjšanje vrednosti L^* neznačilno, pri vrednostih a^* in b^* pa značilno, za 3,15 oz. 0,51 enote. Pri skupini A1 je značilno le zmanjšanje vrednosti a^* za 1,11, pri skupini A2 pa se značilno zmanjšata vrednosti a^* in b^* , za 2,13 oz. 0,50 enote, povečanje vrednosti L^* pa je neznačilno (0,21).

Preglednica 4: Instrumentalno izmerjeni parametri barve površine narezka Grajske salama, pakirane v embalažne enote z dodanimi lovilci kisika, merjeni med 55-dnevnim skladiščenjem v hladilnici pri temperaturi 4 °C

Vrednost	Meritev	Dodatek lovilca kisika v embalažno enoto				
		brez	A1	A2	SE	p vrednost
L^*	sveže (1 dan)	43,94 ^{Bb}	44,97 ^A	44,11 ^{Bb}	5,73	$p_M < 0,031$
	na polovici roka uporabe (23 dni)	45,25 ^a	45,33	45,46 ^a		$p_S < 0,027$
	ob koncu roka uporabe (45 dni)	44,79 ^{ba}	45,49	44,87 ^{ba}		$p_{M \times S} < 0,743$
	čez rok uporabe (55 dni)	44,56 ^b	45,65	44,32 ^{ba}		
a^*	sveže (1 dan)	15,65 ^a	15,47 ^a	15,57 ^a	2,28	$p_M < 0,001$
	na polovici roka uporabe (23 dni)	14,35 ^b	14,70 ^{ba}	14,33 ^b		$p_S < 0,001$
	ob koncu roka uporabe (45 dni)	13,90 ^{Bb}	14,99 ^{Aba}	15,19 ^{Aa}		$p_{M \times S} < 0,002$
	čez rok uporabe (55 dni)	12,50 ^{Cc}	14,36 ^{Ab}	13,44 ^{Bc}		
b^*	sveže (1 dan)	10,94 ^a	10,85	11,05 ^{ba}	0,95	$p_M < 0,012$
	na polovici roka uporabe (23 dni)	10,84 ^{ba}	10,75	10,40 ^c		$p_S < 0,219$
	ob koncu roka uporabe (45 dni)	10,68 ^{ba}	11,17	11,28 ^a		$p_{M \times S} < 0,043$
	čez rok uporabe (55 dni)	10,43 ^b	10,98	10,65 ^{bc}		

Legenda: A1 – AGELESS[®], A2 – Freshcare[®], SE – standardna napaka ocene; M – vpliv meritve; S – vpliv skupine oz. dodanega lovilca kisika; srednje vrednosti z različno črko (^{A,B,C}) znotraj vrstice se statistično značilno razlikujejo ($p < 0,05$; značilnost razlik med skupinami); srednje vrednosti z različno črko (^{a,b,c,d}) znotraj stolpca se statistično značilno razlikujejo ($p < 0,05$; značilnost razlik med meritvami)

Dodatek lovilca kisika značilno ($p \leq 0,05$) vpliva na vrednosti L^* in a^* , in sicer smo med skupinami pri svežem narezku zaznali v vrednosti L^* značilne razlike, ki so se s skladiščenjem zmanjšale na neznačilne, ter pri vrednosti a^* ob koncu in po roku uporabe, ko so bili vzorci z absorbenti kisika bistveno bolj rdeči – izmerili smo značilno večje vrednosti kot pri kontrolnem vzorcu. Ob koncu roka uporabe sta oba lovilca kisika v enaki meri ohranila rdeč odtenek narezka, po 10-ih dneh po roku uporabe pa je bil uspešnejši lovilec A1 (večja vrednost a^*) kot lovilec kisika A2.

Preglednica 5: Instrumentalno izmerjeni parametri barve površine narezka Grajske salama, pakirane v embalažne enote z dodanimi lovilci kisika, merjeni med 15-dnevnim skladiščenjem na svetlobi in pri sobni temperaturi 20 °C

Vrednost	Dan	Dodatek lovilca kisika v embalažno enoto					p vrednost
		brez	A1	A2	SE		
L^*	01	46,62 ^{Bb}	48,42 ^{Aa}	48,55	7,64		$p_M < 0,001$
	02	47,16 ^b	48,13 ^a	48,14			$p_S < 0,551$
	03	47,53 ^b	48,18 ^a	48,38			$p_{M \times S} < 0,409$
	04	47,01 ^b	47,18 ^{ba}	47,46			
	05	47,86 ^b	46,22 ^b	47,78			
	06	47,44 ^b	47,57 ^{ba}	47,72			
	07	47,53 ^b	47,68 ^{ba}	47,77			
	08	48,19 ^b	48,34 ^a	47,85			
	09	48,34 ^b	48,91 ^a	48,11			
	10	48,41 ^b	48,88 ^a	48,24			
	11	48,91 ^b	48,62 ^a	48,45			
	12	48,46 ^b	48,80 ^a	48,33			
	13	48,38 ^b	48,77 ^a	48,53			
	14	48,92 ^b	48,68 ^a	48,51			
	15	49,63 ^a	48,90 ^a	48,27			
a^*	01	11,04 ^{BAa}	11,43 ^{Aa}	10,50 ^{Bbac}	2,76		$p_M < 0,001$
	02	10,03 ^{bc}	10,80 ^{ba}	10,30 ^{bdac}			$p_S < 0,001$
	03	9,77 ^{Bbcd}	10,77 ^{Aba}	10,57 ^{Aba}			$p_{M \times S} < 0,074$
	04	9,10 ^{Aecd}	9,77 ^{Adc}	9,99 ^{Abdec}			
	05	8,85 ^{Beid}	9,65 ^{BAcce}	10,00 ^{Abdec}			
	06	8,48 ^{Beig}	9,17 ^{BAfde}	9,78 ^{Afdec}			
	07	8,57 ^{Beig}	9,19 ^{BAfde}	9,75 ^{Afde}			
	08	10,32 ^{Aba}	10,44 ^{Abc}	10,48 ^{Abac}			
	09	10,15 ^{Aba}	10,27 ^{Abc}	10,77 ^{Aa}			
	10	8,44 ^{Beig}	8,77 ^{Bfe}	9,64 ^{Afde}			
	11	8,17 ^{Beig}	8,71 ^{BAf}	9,42 ^{Afe}			
	12	8,42 ^{Beig}	8,85 ^{BAfe}	9,53 ^{Afe}			
	13	8,05 ^{Bfig}	8,49 ^{BAf}	9,36 ^{Afe}			
	14	7,79 ^{Bfg}	8,48 ^{BF}	9,50 ^{Afe}			
	15	7,54 ^{Bfg}	8,30 ^{BF}	9,17 ^{Af}			
b^*	01	7,61 ^{Ab}	7,35 ^{Ab}	6,33 ^{Be}	2,49		$p_M < 0,0001$
	02	7,53 ^b	7,28 ^b	6,72 ^{edc}			$p_S < 0,0001$
	03	7,31 ^b	7,48 ^b	6,73 ^{edc}			$p_{M \times S} < 0,432$
	04	6,98 ^b	7,01 ^b	6,63 ^{ed}			
	05	7,14 ^b	7,44 ^b	6,84 ^{ebdac}			
	06	6,97 ^b	7,30 ^b	7,09 ^{ebdac}			
	07	6,97 ^b	7,21 ^b	6,81 ^{ebdc}			
	08	8,53 ^{Aa}	8,47 ^{Aa}	7,07 ^{Bebdac}			
	09	8,66 ^{Aa}	8,46 ^{Aa}	7,70 ^{Ba}			
	10	7,37 ^b	7,28 ^b	7,54 ^{bac}			
	11	7,59 ^b	7,71 ^{ba}	7,32 ^{bdac}			
	12	7,73 ^b	7,78 ^{ba}	7,69 ^a			
	13	7,52 ^b	7,63 ^{ba}	7,51 ^{bdac}			
	14	7,33 ^b	7,65 ^{ba}	7,44 ^{bdac}			
	15	7,67 ^b	7,80 ^{ba}	7,61 ^{ba}			

Legenda: A1 – AGELESS[®]; A2 – Freshcare[®]; SE – standardna napaka ocene; M – vpliv meritve; S – vpliv skupine oz. dodanega lovilca kisika; srednje vrednosti z različno črko (^{A,B,C}) znotraj vrstice se statistično značilno razlikujejo ($p < 0,05$; značilnost razlik med skupinami); srednje vrednosti z različno črko (^{a,b,c,d}) znotraj stolpca se statistično značilno razlikujejo ($p < 0,05$; značilnost razlik med meritvami)

Instrumentalno izmerjeni parametri barve na površini narezka Grajska klobasa, pakirane v embalažne enote z dodanimi lovilci kisika, merjeni med 15-dnevnim skladiščenjem na svetlobi in pri sobni temperaturi 20 °C, je prikazana v preglednici 5. Povzamemo lahko, da čas skladiščenja/merjenja značilno ($p \leq 0,001$) vpliva na vrednost L^* , medtem ko čas skladiščenja/merjenja in dodatek lovilcev kisika značilno ($p \leq 0,001$) vplivata na vrednosti a^* in b^* pri vseh treh eksperimentalnih skupinah – kontrolni brez dodanega lovilca kisika in pri obeh skupinah z dodanim lovilcem kisika (A1 in A2) na svetlobi pri sobni temperaturi 20 °C.

Čeprav smo ugotovili značilen vpliv meritve/skladiščenja na vrednost L^* , pa iz preglednice 4 lahko povzamemo, da se vrednost L^* značilno, v primerjavi s prvim dnevom, poveča samo v kontrolni skupini šele zadnji dan merjenja. Vrednost a^* se značilno zmanjša v kontrolni skupini že drugi dan, v skupinah A1 in A2 pa četrti dan, na petnajsti dan je površina narezka A2 značilno bolj rdeča kot pri skupini brez lovilca (kontrolna) in skupini z lovilcem kisika A1. Na tem mestu poudarjamo, da so meritve opravljene na svetlobi pri sobni temperaturi 20 °C, zato lahko sklepamo, da je za ohranjanje stabilne rdeče barve nekoliko bolj učinkovit lovilec A2.

Vrednost b^* se je med 15-dnevnim skladiščenjem na svetlobi pri sobni temperaturi 20 °C pri kontrolnem vzorcu brez lovilca praktično ni spremenila, pri skupinah z lovilci kisika pa se je značilno povečala, v primeru lovilca A1 za 0,45 in A2 za 1,28. Osmi dan smo na površini narezkov, ki so bili hranjeni na svetlobi pri sobni temperaturi 20 °C z lovilci kisika A2, izmerili značilno manjše vrednosti b^* , kar pomeni, da so bili narezki brez lovilcev in lovilci A1 med hranjenjem bolj rumeni kot tisti z lovilci kisika A2. Vendar pa so že od desetega dne skladiščenja naprej razlike v vrednosti b^* med skupinami neznačilne.

V preglednici 6 so prikazane senzorične lastnosti narezka Grajske salame, pakirane v embalažne enote z dodanimi lovilci kisika, ocenjene štirikrat med 55-dnevnim skladiščenjem. Do konca roka uporabe so preskuševalci zaznali poslabšanje barve, vonja in arome, vendar le v posameznih primerih. Bistveno poslabšanje so zaznali po 55-dnevnem skladiščenju, oz. deset dni po roku uporabe. Torej, na polovici roka uporabe se je značilno poslabšala barva, oksidirala, v kontrolnem narezku brez lovilca kisika, in sicer kar za štirikrat bolj kot v narezkih z lovilci. Ocenjevalci so v teh narezkih zaznali tudi rahel vonj po starem (0,4), rahlo aromo po žarkem (0,3) in močno aromo po starem (0,9), v narezkih z lovilci pa ti vonji in arome niso bili zaznani ali pa v bistveno manjši intenzivnosti. Enako lahko ugotovimo tudi za narezke ob koncu roka uporabe. Deset dni po roku uporabe so preskuševalci ugotovili zelo oksidirano barvo (2,2) površine narezka kontrolne skupine in bistveno manj oksidirano barvo pri skupinah A1 in A2 (1,4 oz. 1,7). Pojavljajo se vonji po žarkem in starem, arome po žarkem, kislem in starem, vendar pri vseh skupinah v približno enakem obsegu.

Preglednica 6: Senzorične lastnosti narezka Grajske salama, pakirane v embalažne enote z dodanimi lovilci kisika, ocenjene štirikrat med 55-dnevnim skladiščenjem v hladilnici pri temperaturi 4 °C

Lastnost (0-4)	Meritev	Dodatek lovilca kisika v embalažno enoto				
		brez	A1	A2	SE	p vrednost
oksidiranost barve	sveže (1 dan)	0,0 ^{Ad}	0,0 ^{Ac}	0,0 ^{Ac}	0,2	$p_M < 0,001$
	na polovici roka uporabe (23 dni)	1,3 ^{Ab}	0,3 ^{Bb}	0,3 ^{Bcb}		$p_S < 0,001$
	ob koncu roka uporabe (45 dni)	0,8 ^{Ac}	0,3 ^{Bb}	0,4 ^{Bb}		$p_{M \times S} < 0,001$
	čez rok uporabe (55 dni)	2,2 ^{Aa}	1,4 ^{Ba}	1,7 ^{Ba}		
vonj po žarkem	sveže (1 dan)	0,0 ^b	0,0 ^b	0,0 ^b	0,2	$p_M < 0,001$
	na polovici roka uporabe (23 dni)	0,0 ^b	0,0 ^b	0,0 ^b		$p_S < 0,673$
	ob koncu roka uporabe (45 dni)	0,0 ^b	0,0 ^b	0,0 ^b		$p_{M \times S} < 0,880$
	čez rok uporabe (55 dni)	0,5 ^a	0,3 ^a	0,6 ^a		
vonj po starem	sveže (1 dan)	0,0 ^c	0,0 ^b	0,0 ^b	0,2	$p_M < 0,001$
	na polovici roka uporabe (23 dni)	0,4 ^{Ab}	0,0 ^{Bb}	0,0 ^{Bb}		$p_S < 0,208$
	ob koncu roka uporabe (45 dni)	0,1 ^{AcB}	0,0 ^{BAb}	0,0 ^{Bb}		$p_{M \times S} < 0,199$
	čez rok uporabe (55 dni)	1,0 ^a	1,0 ^a	1,2 ^a		
aroma po žarkem	sveže (1 dan)	0,0 ^b	0,0 ^b	0,0 ^b	0,4	$p_M < 0,001$
	na polovici roka uporabe (23 dni)	0,3 ^b	0,2 ^b	0,2 ^b		$p_S < 0,226$
	ob koncu roka uporabe (45 dni)	0,3 ^{Ab}	0,1 ^{BAb}	0,0 ^{Bb}		$p_{M \times S} < 0,086$
	čez rok uporabe (55 dni)	1,1 ^{BAa}	0,8 ^{Ba}	1,5 ^{Aa}		
aroma po kislem	sveže (1 dan)	0,0 ^b	0,0 ^b	0,0 ^b	0,2	$p_M < 0,001$
	na polovici roka uporabe (23 dni)	0,0 ^b	0,0 ^b	0,0 ^b		$p_S < 0,213$
	ob koncu roka uporabe (45 dni)	0,0 ^b	0,0 ^b	0,0 ^b		$p_{M \times S} < 0,161$
	čez rok uporabe (55 dni)	1,0 ^a	0,8 ^a	0,6 ^a		
aroma po starem	sveže (1 dan)	0,0 ^c	0,0 ^c	0,0 ^c	0,2	$p_M < 0,001$
	na polovici roka uporabe (23 dni)	0,9 ^{Ab}	0,5 ^{Bb}	0,3 ^{Bb}		$p_S < 0,001$
	ob koncu roka uporabe (45 dni)	0,3 ^{Ac}	0,0 ^{Bc}	0,1 ^{Bcb}		$p_{M \times S} < 0,044$
	čez rok uporabe (55 dni)	2,3 ^{Aa}	2,0 ^{BAa}	1,7 ^{Ba}		

Legenda: A1 – AGELESS[®], A2 – Freshcare[®], SE – standardna napaka ocene; M – vpliv meritve; S – vpliv skupine oz. dodanega lovilca kisika; srednje vrednosti z različno črko (^{A,B,C}) znotraj vrstice se statistično značilno razlikujejo ($p < 0,05$; značilnost razlik med skupinami); srednje vrednosti z različno črko (^{a,b,c,d}) znotraj stolpca se statistično značilno razlikujejo ($p < 0,05$; značilnost razlik med meritvami)

4.3 PRESNA MESNINA – PERUTNINSKE PLESKAVICE

Senzorične lastnosti perutninskih pleskavic, pakiranih v embalažne enote z dodanimi lovilci kisika, ocenjene štirikrat med 11-dnevnim skladiščenjem v hladilnici pri temperaturi 4 °C, so prikazane v preglednici 7. Oksidiranost barve so preskuševalci ocenili na presnem vzorcu, ostale senzorične lastnosti so bile ocenjene na še toplih pleskavicah, pečenih na dvoploščnem žaru Silex (Nemčija) s temperaturo plošč 220 °C do središčne temperature pleskavic 82 °C. Vse pleskavice so preskuševalci prvi dan ocenili kot brezhibne, brez napak v vonju in okusu. Na polovici roka uporabe barva jedi ni oksidirala, ocenjevalci niso zaznali vonja in arome po žarkem in kislem. So pa zaznali vonj in aromo po starem, ki sta bila najbolj izražena pri vzorcu A2, v ostalih dveh pa v zelo majhnem obsegu. Ob koncu roka uporabe so se pojavila prva poslabšanja barve, predvsem v kontrolnem vzorcu, vonji in arome po žarkem in starem pa v vseh skupinah, vendar so nekoliko manj intenzivni v skupinah z lovilci kisika kot pri kontroli. Tri dni po roku uporabe so preiskovalci ugotovili zelo oksidirano barvo (1,5) vseh pleskavic. Pojavljajo se vonji po žarkem (0,2-0,3) in starem (1,6-2,2), arome po žarkem (1,5-2,5), kislem (0,1-0,2) in starem (1,8-2,8), bolj intenzivni so v kontrolnem vzorcu kot v pleskavicah z lovilci kisika A1 in A2.

Preglednica 7: Senzorične lastnosti perutninskih pleskavic, pakiranih v embalažne enote z dodanimi lovilci kisika, ocenjene štirikrat med 11-dnevnim skladiščenjem v hladilnici pri temperaturi 4 °C

Lastnost (0-4)	Meritev	Dodatek lovilca kisika v embalažno enoto				
		brez	A1	A2	SE	p vrednost
oksidiranost barve	sveže (1 dan)	0,0 ^c	0,0 ^c	0,0 ^c	0	$p_M < 0,001$
	na polovici roka uporabe (4 dni)	0,0 ^c	0,0 ^c	0,0 ^c		$p_S < -$
	ob koncu roka uporabe (8 dni)	1,0 ^b	1,0 ^b	1,0 ^b		$p_{M \times S} < -$
	čez rok uporabe (11 dni)	1,5 ^a	1,5 ^a	1,5 ^a		
vonj po žarkem	sveže (1 dan)	0,0 ^c	0,0 ^b	0,0 ^b	0,1	$p_M < 0,001$
	na polovici roka uporabe (4 dni)	0,0 ^c	0,0 ^b	0,0 ^b		$p_S < 0,001$
	ob koncu roka uporabe (8 dni)	0,3 ^{Ab}	0,0 ^{Bb}	0,2 ^{BAb}		$p_{M \times S} < 0,001$
	čez rok uporabe (11 dni)	1,8 ^{Aa}	1,0 ^{Ba}	1,1 ^{Ba}		
vonj po starem	sveže (1 dan)	0,0 ^c	0,0 ^c	0,0 ^c	0,2	$p_M < 0,001$
	na polovici roka uporabe (4 dni)	0,1 ^{BAc}	0,0 ^{Bc}	0,3 ^{Ac}		$p_S < 0,001$
	ob koncu roka uporabe (8 dni)	1,7 ^{Ab}	1,1 ^{Bb}	1,1 ^{Bb}		$p_{M \times S} < 0,026$
	čez rok uporabe (11 dni)	2,2 ^a	1,6 ^a	2,0 ^a		
aroma po žarkem	sveže (1 dan)	0,0 ^c	0,0 ^b	0,0 ^c	0,2	$p_M < 0,001$
	na polovici roka uporabe (4 dni)	0,0 ^c	0,0 ^b	0,0 ^c		$p_S < 0,001$
	ob koncu roka uporabe (8 dni)	1,3 ^{Ab}	1,3 ^{BAa}	0,8 ^{Bb}		$p_{M \times S} < 0,001$
	čez rok uporabe (11 dni)	2,5 ^{Aa}	1,5 ^{Ba}	1,5 ^{Ba}		
aroma po starem	sveže (1 dan)	0,0 ^c	0,0 ^c	0,0 ^d	0,1	$p_M < 0,001$
	na polovici roka uporabe (4 dni)	0,3 ^{Bc}	0,2 ^{Bc}	1,0 ^{Ac}		$p_S < 0,001$
	ob koncu roka uporabe (8 dni)	1,6 ^b	1,5 ^b	1,4 ^b		$p_{M \times S} < 0,001$
	čez rok uporabe (11 dni)	2,8 ^{Aa}	1,8 ^{Ba}	2,1 ^{Ba}		
aroma po kislem	sveže (1 dan)	0,0	0,0	0,0	0,1	$p_M < 0,116$
	na polovici roka uporabe (4 dni)	0,0	0,0	0,0		$p_S < 0,504$
	ob koncu roka uporabe (8 dni)	0,0	0,0	0,0		$p_{M \times S} < 0,681$
	čez rok uporabe (11 dni)	0,1	0,0	0,2		

Legenda: A1 – AGELESS[®]; A2 – Freshcare[®]; SE – standardna napaka ocene; M – vpliv meritve; S – vpliv skupine oz. dodanega lovilca kisika; srednje vrednosti z različno črko (^{A,B,C}) znotraj vrstice se statistično značilno razlikujejo ($p < 0,05$; značilnost razlik med skupinami); srednje vrednosti z različno črko (^{a,b,c,d}) znotraj stolpca se statistično značilno razlikujejo ($p < 0,05$; značilnost razlik med meritvami)

4.4 MESNA JED – BUČKE S KUSKUSOM

Iz preglednice 8 so razvidne senzorične lastnosti mesne jedi Bučke s kuskusom, pakirane v embalažne enote z dodanimi lovilci kisika, ocenjene štirikrat med 56-dnevnim skladiščenjem v hladilnici pri temperaturi 4 °C. Preskuševalci so v jedi že prvi dan zaznali aromo po starem, ki je bila intenzivnejša pri kontrolnem vzorcu (0,2) kot pri jedi A2 (0,1), ter pri kontrolnem vzorcu tudi rahel vonj po starem (0,1).

Oksidiranost barve se je sicer pri kontrolnem vzorcu pojavila že na polovici roka uporabe, vendar je postala intenzivnejša šele 14 dni čez rok uporabe (0,6) in nekoliko manj pri vzorcih z lovilci kisika (0,3-0,4).

Vonj po žarkem so pri jedi preskuševalci zaznali 14 dni čez rok uporabe, in sicer je bil intenzivnejši pri vzorcih z dodanimi lovilci kisika (A1 in A2) kot pri kontrolnih. Vonj po starem je s časom skladiščenja postajal intenzivnejši, ob koncu uporabe so ga ocenjevalci ocenili z vrednostmi med 1,1 in 1,7, medtem ko je bil po nadaljnjih 14-ih dneh še močnejše

izražen (1,8-2,3). Aroma po žarkem so preskuševalci zaznali šele ob koncu uporabe (0,1-0,2) in se je stopnjevala na vrednosti od 0,5 do 1,2, bolj pri vzorcih z lovilci kisika.

Aroma po starem, ki se je pojavila že v posameznih vzorcih prvi dan, se je stopnjevala do konca roka uporabe na vrednosti 1-1,3 oz. čez rok uporabe do vrednosti 1,8 pri kontroli in 2,7 oz. 2,6 pri vzorcih z lovilci kisika A1 in A2.

Na splošno pa vzorci jedi Bučke s kuskusom čez rok uporabe niso bili senzorično sprejemljivi, pričel se je kvar (kontrola), priokus po kislem (A1), bučka je pričela razpadati (A2).

Senzorična ocena jedi Bučke s kuskusom je bila statistično neznačilna. Jedi z dodanim lovilcem kisika so imele senzorično slabše lastnosti kot kontrolni vzorec.

Preglednica 8: Senzorične lastnosti ohlajene gotove jedi Bučke s kuskusom, pakirane v embalažne enote z dodanimi lovilci kisika, ocenjene štirikrat med 56-dnevnim skladiščenjem v hladilnici pri temperaturi 4 °C

Lastnost (0-4)	Meritev	Dodatek lovilca kisika v embalažno enoto				
		brez	A1	A2	SE	p vrednost
oksidiranost barve	sveže (1 dan)	0,0 ^b	0,0 ^b	0,0 ^b	0,1	$p_M < 0,001$
	na polovici roka uporabe (21 dni)	0,1 ^b	0,0 ^b	0,0 ^b		$p_S < 0,381$
	ob koncu roka uporabe (42 dni)	0,0 ^{Bb}	0,0 ^{Bb}	0,1 ^{Ab}		$p_{M \times S} < 0,253$
	čez rok uporabe (56 dni)	0,6 ^{Aa}	0,4 ^{BAa}	0,3 ^{Ba}		
vonj po žarkem	sveže (1 dan)	0,0 ^a	0,0 ^b	0,0 ^b	0,0	$p_M < 0,001$
	na polovici roka uporabe (21 dni)	0,0 ^a	0,0 ^b	0,0 ^b		$p_S < 0,728$
	ob koncu roka uporabe (42 dni)	0,0 ^a	0,0 ^b	0,1 ^{ba}		$p_{M \times S} < 0,977$
	čez rok uporabe (56 dni)	0,1 ^a	0,2 ^a	0,2 ^a		
vonj po starem	sveže (1 dan)	0,1 ^c	0,0 ^c	0,0 ^c	0,5	$p_M < 0,001$
	na polovici roka uporabe (21 dni)	0,9 ^{Ab}	0,6 ^{BAb}	0,4 ^{Bc}		$p_S < 0,935$
	ob koncu roka uporabe (42 dni)	1,2 ^b	1,7 ^a	1,1 ^b		$p_{M \times S} < 0,002$
	čez rok uporabe (56 dni)	1,8 ^{BAa}	1,4 ^{Ba}	2,3 ^{Aa}		
aroma po žarkem	sveže (1 dan)	0,0 ^b	0,0 ^b	0,0 ^b	0,1	$p_M < 0,001$
	na polovici roka uporabe (21 dni)	0,0 ^b	0,0 ^b	0,1 ^b		$p_S < 0,037$
	ob koncu roka uporabe (42 dni)	0,2 ^{ba}	0,2 ^b	0,1 ^b		$p_{M \times S} < 0,001$
	čez rok uporabe (56 dni)	0,5 ^{Ba}	1,0 ^{Aa}	1,2 ^{Aa}		
aroma po starem	sveže (1 dan)	0,2 ^c	0,0 ^d	0,1 ^c	0,3	$p_M < 0,001$
	na polovici roka uporabe (21 dni)	0,8 ^{Ab}	0,7 ^{BAc}	0,4 ^{Bc}		$p_S < 0,028$
	ob koncu roka uporabe (42 dni)	1,1 ^b	1,3 ^b	1,0 ^b		$p_{M \times S} < 0,001$
	čez rok uporabe (56 dni)	1,8 ^{Ba}	2,7 ^{Aa}	2,6 ^{Aa}		

Legenda: A1 – AGELESS[®], A2 – Freshcare[®], SE – standardna napaka ocene; M – vpliv meritve; S – vpliv skupine oz. dodanega lovilca kisika; srednje vrednosti z različno črko (^{A,B,C}) znotraj vrstice se statistično značilno razlikujejo ($p < 0,05$; značilnost razlik med skupinami); srednje vrednosti z različno črko (^{a,b,c,d}) znotraj stolpca se statistično značilno razlikujejo ($p < 0,05$; značilnost razlik med meritvami)

5 RAZPRAVA IN SKLEPI

5.1 RAZPRAVA

Namen diplomske naloge je bil za različna živila preveriti smotrnost aplikacije lovilcev kisika v embalažne enote. Predvsem smo proučevali vpliv dodatka lovilcev kisika na ohranjanje senzorične kakovosti izdelka in podaljšanje trajnosti, natančneje na pojav diskoloracij in sekundarnih produktov oksidacije lipidov ter s tem povezanega poslabšanja vonja in arome izdelka. Pri narezkih mesnih izdelkov nismo pričakovali bistvenega podaljšanja roka uporabe, pač pa bistveno lepšo barvo in boljši vonj in aromo narezkov, pakiranih z lovilci, v primerjavi s kontrolnimi narezki brez lovilcev. Pri pripravljenih obrokih in pleskavicah pa smo pričakovali bistveno podaljšan rok uporabe, prav tako tudi boljšo senzorično kakovost izdelkov, pakiranih z lovilci, v primerjavi z izdelki, pakiranimi brez lovilcev. V nadaljevanju navajamo ugotovitve in razlage.

Narezek Pizza Mica pri instrumentalnem merjenju barve (slika 12) ni potrdil naših pričakovanj. Razlike v meritvah (L^* , a^* in b^*) med eksperimentalnimi skupinami so bile statistično neznačilne. Izmerjene vrednosti L^* se v času skladiščenja niso statistično značilno spreminjale, vrednosti a^* so se značilno zmanjšale ob koncu roku uporabe pri vseh skupinah, vrednosti b^* pa le pri lovilcu A2.

Opazili pa smo spremembe v instrumentalno merjeni barvi narezkov Pizze Mice, skladiščenih pri sobni temperaturi in na svetlobi. Hutter in sod. (2016) so raziskovali učinkovitost lovilca kisika (katalitični sistem s paladijem) pri preprečevanju razbarvanja narezkov šunke. Vzorci šunke so bili pakirani z ali brez lovilcev kisika, spremljali so jih med 21-dnevnim skladiščenjem pri temperaturi 4 °C in pri različnih osvetljenostih (v temi, osvetljeni 8 h/dan, osvetljeni 24 h/dan). Vrednosti a^* se skoraj ne spremenijo, če so vzorci skladiščeni v temi in imajo prisotne lovilce kisika (koncentracija kisika v embalaži je bila < 0,1 vol. %). Vsi osvetljeni vzorci so pokazali hitro zmanjšanje vrednosti a^* . Že po dveh urah skladiščenja so vrednosti a^* pri osvetljenih vzorcih bistveno manjše ($p < 0,01$) v primerjavi z vzorci, skladiščenimi v temi ali z vzorci, ki imajo dodane lovilce kisika. V našem poskusu pa smo ugotovili, da je dodatek lovilcev kisika značilno vplival na vrednost a^* , saj smo na površini narezkov, skladiščenih z lovilcema kisika A1 in A2 izmerili značilno večje (za okoli 1 do 1,5 enote) vrednosti a^* kot pri kontroli, kar pomeni, da so narezki med skladiščenjem bolje ohranili rdečo barvo. Med različnima vrstama lovilcev kisika razlike v vrednosti a^* niso značilne, torej je bila učinkovitost ohranjanja stabilne rdeče barve enaka pri obeh lovilcih.

Senzorična analiza narezkov Pizze Mice, skladiščenih v hladilnici pri temperaturi 4 ± 2 °C, je pokazala, da so vsi vzorci (kontrola, A1 in A2) ob koncu roka uporabe imeli spremenjene senzorične lastnosti. Ob koncu roka uporabe je bil kontrolni vzorec značilno bolj oksidiran, z bolj izraženim vonjem po starem ter aromo po kislem in starem kot pri vzorcih A1 in A2. Preskuševalci so zaznali značilne razlike med vzorcema A1 in A2 le v oksidiranosti barve, pri vzorcu A1 je prišlo pri ocenjevanju čez rok uporabe (31. dan) do večje oksidiranosti kakor pri vzorcu A2, torej učinkovitost ohranjanja stabilne rdeče barve je boljša pri lovilcu kisika A2. Vse tri skupine izdelkov, ocenjene deset dni po roku uporabe, so se v senzorični kakovosti bistveno poslabšale, izdelki so imeli nesprejemljiv

vonj po gnilobnih procesih, pričel se je kvar izdelka. Lovilci kisika torej ne podaljšajo roka uporabe narezka Pizza Mica.



Slika 13: Fotografija narezkov šunke Pizze Mice, vzorec A2 (levo), A1 (sredina) in kontrola (desno) po 11-dnevnem skladiščenju v hladilnici pri temperaturi 4 °C (foto: Fingušt, 2011)

Meritve barvnih vrednosti na površini narezkov sušene klobase Grajska salama, pakiranih v embalažne enote z dodanimi lovilci kisika in merjeni štirikrat med 55-dnevnim skladiščenjem v hladilnici pri temperaturi 4 °C, kažejo, da se ob koncu roka uporabe značilno ($p \leq 0,05$) zmanjšajo le vrednosti a^* pri kontrolni skupini brez dodanega lovilca kisika. To pomeni, da je po barvi kontrolna skupina narezkov značilno manj rdeča kot ostali dve skupini z dodanimi lovilci kisika. Ob koncu roka uporabe sta oba lovilca kisika v enaki meri ohranila rdeč odtenek narezka, po 10-ih dneh po roku uporabe pa je bil uspešnejši lovilec A1 (večja vrednost a^*) kot lovilec kisika A2.

Vrednosti a^* , merjene po 15-dnevnem skladiščenju na svetlobi pri sobni temperaturi 20 °C, so na površini narezka A2 značilno večje (barva bolj rdeča) kot pri skupinah brez lovilca (kontrolna) in skupini z lovilcem kisika A1. Torej, na sobni temperaturi je bil po 15-dnevnem skladiščenju uspešnejši lovilec A2 kot lovilec kisika A1.

Bistveno poslabšanje kakovosti narezka so preskuševalci zaznali že po 23-dnevnem skladiščenju, ko je barva v kontrolnem narezku brez lovilca kisika močno oksidirala, in sicer kar za štirikrat bolj kot v narezkih z lovilci (slika 14). Ocenjevalci so v kontrolnih narezkih zaznali tudi rahel vonj po starem, rahlo aromo po žarkem in močno aromo po starem, v narezkih z lovilci pa ti vonji in arome niso bili zaznani ali pa v bistveno manjši intenzivnosti. Enako lahko ugotovimo tudi za narezke ob koncu roka uporabe. Deset dni po roku uporabe so preiskovalci ugotovili močno oksidirano barvo na površini narezka kontrolne skupine in bistveno manj oksidirano barvo pri skupinah A1 in A2. Pojavljajo se vonji po žarkem in starem, arome po žarkem, kislem in starem, vendar pri vseh skupinah v približno enakem obsegu, tako da lahko povzamemo, da samo dodatek lovilcev kisika za 10-dnevno podaljšanje uporabe narezka Grajska salama ni dovolj.



Slika 14: Fotografije narezkov Grajske salame, brez (levo), z lovilcem kisika A (sredina) in A2 (desno), po 55-dnevnem skladiščenju v hladilnici pri temperaturi 4 °C (foto: Fingušt, 2011)

Vse perutninske pleskavice so preskuševalci prvi dan ocenili kot brezhibne, brez napak v vonju in okusu. Na polovici roka uporabe barva pleskavic ni oksidirala, ocenjevalci niso zaznali vonja in arome po žarkem in kislem. So pa zaznali vonj in aromo po starem, ki sta bila najbolj izražena pri vzorcu A2, v ostalih dveh pa v zelo majhnem obsegu. Ob koncu roka uporabe so se pojavila prva poslabšanja barve, vonji in arome po žarkem in starem, v vseh skupinah, vendar so nekoliko manj intenzivni v skupinah z lovilci kisika kot pri kontroli. Tri dni po roku uporabe so preiskovalci ugotovili zelo oksidirano barvo vseh pleskavic, vonj in aromo po žarkem, starem, kislem, bolj intenzivni so v kontrolnem vzorcu kot v pleskavicah z lovilci kisika A1 in A2. Povzamemo lahko, da dodatek lovilcev kisika pri tridnevnem podaljšanju uporabe pleskavice zmanjša obseg poslabšanja senzoričnih lastnosti, vendar sta moteča predvsem vonj in aroma po starem. Martinez in sod. (2006) so ugotovili, da pakiranje svežih svinjskih klobas v embalažo z odsotnostjo kisika in dodanimi lovilci kisika zmanjša procese oksidacije in s tem privede do podaljšanja roka uporabe, stabilnosti barve in okusa.

V jedi Bučke s kuskusom so preskuševalci že prvi dan skladiščenja zaznali aroma po starem pri kontrolnem vzorcu in vzorcu A2 ter pri kontrolnem vzorcu tudi rahel vonj po starem. Analiza ob koncu roka uporabe je pokazala dobro ohranitev barve, skoraj brez zaznane arome po žarkem. Ostale senzorične lastnosti so bile poslabšane, pojavile so se vonj in aroma po starem in aroma po žarkem (najmanj pri vzorcih A2). Senzorična analiza opravljena 14 dni čez rok uporabe (po 56-dnevnem skladiščenju v hladilnici pri temperaturi 4 °C) je pokazala, da jedi senzorično niso bile sprejemljive, kajti začel se je kvar (kontrola), pojavil se je priokus po kislem (A1), bučka je bila gnila, pričela je razpadati (A2).

5.2 SKLEPI

Glede na rezultate instrumentalnega merjenja barve in opravljenih senzoričnih analiz smo oblikovali naslednje sklepe:

Konzervirano meso, narezki Pizze Mice:

- med 21-dnevnim skladiščenjem v hladilnici pri 4 °C
 - ohranijo svetlost barve, postanejo manj rdeči (manjše vrednosti a^*) in manj rumeni (manjše vrednosti b^*),
 - učinkovitost ohranjanja barve je enaka pri obeh lovilcih;
- med 15-dnevnim skladiščenjem pri sobni temperaturi in na svetlobi
 - lovilci kisika bolje ohranijo rdečo barvo rezin kot kontrola,
 - učinkovitost ohranjanja stabilne rdeče barve rezin je enaka pri obeh lovilcih;
- senzorične lastnosti so boljše pri narezkih z dodanimi lovilci kisika kot pri kontroli, manjša je bila oksidiranost barve, aroma po kislem in starem,
 - preprečevanje oksidacije barve je boljše z lovilcem kisika A2 kot A1,
 - lovilci kisika ne podaljšajo roka uporabe narezka za 10 dni, ker je nesprejemljiv zaradi kvara.

Sušene klobase – narezek Grajska salama

- med 45-dnevnim skladiščenjem v hladilnici pri 4 °C
 - sta oba lovilca kisika v enaki meri ohranila rdeč odtenek narezka,
 - po 10-ih dneh po roku uporabe je bil uspešnejši lovilec kisika A1 kot A2;
- med 15-dnevnim skladiščenjem pri sobni temperaturi in na svetlobi
 - lovilci kisika bolje ohranijo rdečo barvo rezin kot kontrola,
 - učinkovitost ohranjanja stabilne barve je boljša z lovilcem kisika A2 kot A1,
- senzorične lastnosti so boljše pri narezkih z dodanimi lovilci kisika kot pri kontroli, kjer so zaznavni poleg močno oksidirane barve tudi rahel vonj po starem, rahla aroma po žarkem in močna aroma po starem,
 - učinkovitost ohranjanja kakovosti rezin je enaka pri obeh lovilcih,
 - lovilci kisika ne podaljšajo roka uporabe narezka za 10 dni.

Presna mesnina – perutninska pleskavica

- med 8-dnevnim skladiščenjem v hladilnici pri 4 °C
 - so preskuševalci zaznali v vseh skupinah enako slabšo barvo, v vseh skupinah pa vonj in aromo po žarkem in starem, vendar so nekoliko manj intenzivni v skupinah z lovilci kisika kot pri kontroli,
 - sta oba lovilca kisika v enaki meri ohranila kakovost izdelka,
 - dodatek lovilcev kisika pri tridnevnem podaljšanju roka uporabe zmanjša obseg poslabšanja senzoričnih lastnosti pleskavic, vendar sta moteča predvsem vonj in aroma po starem.

Mesna jed – Bučke s kuskusom

- med 42-dnevnim skladiščenjem v hladilnici pri 4 °C
 - so preskuševalci v vseh skupinah čez rok uporabe zaznali slabšo barvo, vendar so nekoliko manj intenzivni v skupinah z lovilci kisika kot pri kontroli, zaznali so tudi spremembe vonja in arome po žarkem in starem,
 - sta oba lovilca kisika v enaki meri ohranila kakovost izdelka,
 - lovilci kisika ne podaljšajo roka uporabe jedi za 14 dni, ker je bila nesprejemljiva.

6 POVZETEK

Potrošniki smo vedno zahtevnejši pri nakupovanju. Pri nakupu nekega izdelka spremljamo ceno in kakovost. Trgovske verige tako od proizvajalcev vsak dan zahtevajo več, živilska industrija pa se temu prilagaja. Na ta način se je razvilo tudi aktivno pakiranje, ki proizvajalcem omogoča, da so njihovi izdelki obstojni še dlje časa, izgledajo enako dobro kot na začetku pakiranja, hkrati pa se jim senzorične lastnosti ne spremenijo.

V diplomskem delu smo želeli na različnih mesnih izdelkih preveriti smotrnost uporabe aktivnega pakiranja, kako se ohranijo senzorične lastnosti ter ali se podaljša tudi rok uporabe. S tem namenom smo izbrali štiri izdelke in na njih proučevali spremembe senzoričnih lastnosti, na narezkih pa tudi instrumentalno merili spremembo barve med skladiščenjem pod različnimi pogoji. Osnovni material za izvedbo poskusa so bili vzorci aktivno pakiranih živil, in sicer narezek šunke Pizza Mica, narezek sušena Grajska salama, perutninske pleskavice in pripravljena pasterizirana jed, imenovana Bučke s kuskusom. V podjetjih smo skupaj z njihovimi tehnologji pripravili tri eksperimentalne skupine živil in jih ustrezno označili: vzorce brez dodanih lovilcev kisika smo označili kot kontrola (K), vzorce z dodanim lovilcem kisika proizvajalca AGELESS® z oznako A1 in vzorce z dodanimi lovilci kisika proizvajalca Freshcare® z A2.

Štiri proizvodne serije tako pripravljenih eksperimentalnih skupin narezkov šunke Pizza Mica in suhe salame Grajske salame smo vzorčili aprila 2011 v podjetju Panvita MIR, od koder smo jih v hladilnih torbah prepeljali na Katedro za tehnologijo mesa in vrednotenje živil ter tam shranili v hladilnici pri temperaturi 4 ± 2 °C. Na enak način smo aprila in maja 2011 vzorčili mesno jed Bučke s kuskusom v podjetju Proconi, ki proizvaja za Fleury Michon, Francija, in perutninske pleskavice v septembru leta 2011 v podjetju Pivka d.d.

Glede na različno obstojnost izdelkov smo instrumentalne meritve barve (kromometer Minolta s sistemom L^* , a^* , b^*) in senzorično analizo kakovosti (kvantitativna deskriptivna analiza s strukturirano lestvico s sidriščnima vrednostma 0 in 4 s štirimi šolanimi preskuševalci – eksperti) opravili prvi dan po izdelavi, na polovici roka uporabe, ob koncu roka uporabe in nekaj dni po koncu roka uporabe (odvisno od vrste vzorca):

- narezek šunke Pizza Mica: 1. dan, 11. dan, 21. dan in 31. dan skladiščenja;
- narezek Grajska salama: 1. dan, 23. dan, 45. dan in 55. dan skladiščenja;
- mesna jed Bučke s kuskusom: 1. dan, 21. dan, 42. dan in 56. dan skladiščenja;
- perutninska pleskavica: 1. dan, 4. dan, 8. dan in 11. dan skladiščenja.

Na narezkih Pizza Mica in Grajska salama, z dodanimi lovilci kisika in brez njih, smo izvedli še dodatne instrumentalne meritve barve na površini narezka, s katerimi smo želeli ugotoviti obstojnost barve teh izdelkov v hladilnici pri temperaturi 4 °C in na sobni temperaturi pri 20 °C in izpostavljenih dnevni svetlobi. Meritve smo izvajali petnajst dni zaporedoma.

Na osnovi opravljenih poskusov lahko trdimo, da aktivno pakiranje izboljša senzorične lastnosti (zmanjša oksidiranost barve) pri mesnih narezkih in perutninskih pleskavicah, manj opazno pa pri mesni jedi Bučke s kuskusom, pri čemer sta oba lovilca kisika v enaki meri vplivala na kakovost izdelka. Podaljšanje roka uporabe vseh štirih mesnin zgolj z

dodanim lovilcem kisika v embalažno enoto ni uspešno, zaradi zaznavnih procesov kvara (Bučke s kuskusom in narezek Pizza Mica), motečega vonja in arome po starem (perutninska pleskavica), oksidirane barve in arome po starem, kislem in žarkem (narezek Grajska salama).

Glede na dobljene rezultate lahko zaključimo, da je aktivno pakiranje zahteva sodobnega časa, smotrnost aplikacije v živilski industriji pa je odvisna od vrste proizvoda.

7 VIRI

- Abe Y., Kondoh Y. 1989. Controlled/ modified atmosphere/ vacuum packaging of foods. V: Oxygen absorbers. Brody A.L. (ed.). Trumbull, Westport: 149-158
- Abe Y. 1994. Active packaging with oxygen absorbers. V: Minimal processing of foods, symposium, Kirkkonummi, Finland, 14-15 April, 1994. Ahvenainen R., Mattila-Sandholm T., Ohlsson T. (eds.). Espoo, Technical Research Centre of Finland: 209-233
- AGELESS®, 2016. The World's top brand of oxygen absorbers. New York, Mitsubishi Gas Chemical America: 15 str.
<http://ageless.mgc-a.com/product/ageless/> (maj 2016)
- Ahvenainen R. 2003. Active and intelligent packaging: an introduction. V: Novel food packaging techniques. Ahvenainen R. (ed.). Boca Raton, CRC Press: 5-11
- Backdoor Survival. 2016. Survival basics: using oxygen absorbers for food storage. Greater Seattle, Backdoor Survival: 5 str.
<http://www.backdoorsurvival.com/survival-basics-oxygen-absorbers/> (maj 2016)
- Bakery Online. 2016. An overview of oxygen scavenging packaging and applications. Fryling Road, Bakery Online: 7 str.
<http://www.bakeryonline.com/doc/an-overview-of-oxygen-scavenging-packaging-an-0002> (maj 2016)
- Brody A.L. 1997. Packaging of food. V: The Wiley encyclopedia of packaging. 2nd ed. Brodz A.L., Marsh K.S. (eds.). New York, Wiley: 699-704
- Brody A.L., Stupinsky E.R., Kline L.R. 2001. Oxygen scavenger systems. V: Active packaging for food applications. Pennsylvania, Technomic Publishing Company: 236 str.
- Bučar F. 1997. Meso poznavanje in priprava. Ljubljana, Kmečki glas: 266 str.
- Byun Y., Darby D., Cooksey K., Dawson P., Whiteside S. 2011. Development of oxygen scavenging system containing a natural free radical scavenger and a transition metal. Food Chemistry, 124: 615-619
- Chen C.H., Pearson A.M., Gray J.I. 1992. Effects of synthetic antioyidants (BHA, BHT and PG) on the mutagenicity of IQ-like compunds. Food Chemistry, 43: 177-183
- Clydesdale F.M., Francis F.J. 1971. The chemistry of meat color. Food Product Development, 5, 3: 81-84
- Cruz S.R., Camilloto P.G., Dos Santos Pieres C.A. 2012. Oxygen scavengers: an approach on food preservation. V: Structure and function of food engineering. Amer Eissa A. (ed.). Rijeka, InTech: 21-42
<http://www.intechopen.com/books/structure-and-function-of-food-engineering/oxygen-scavengers-an-approach-on-food-preservation> (maj 2016)
- Cruz R.S., Soares N.F.F., Andrade N.J. 2005. Absorvedores de oxigênio na conservação de alimentos. Uma revisão. Revista Ceres, 52: 191-206

- Damaj Z., Naveau A., Dupont L., Hénon E., Rogez G., Guillon E. 2009. Co(II)L-proline)₂(H₂O)₂ solid complex: characterization, magnetic properties, and DFT computations: preliminary studies of its use as oxygen scavenger in packaging films. *Inorganic Chemistry Communications*, 12: 17-20
- De Jong A.R., Boumans H., Slaghek T., Van Veen J., Rijk R., Van Zandvoort M. 2005. Active and intelligent packaging for food: Is it the future?. *Food Additives and Contaminants*, 22, 10: 975-979
- Edens L., Farin F., Ligtoet A.F., Van Der Platt J.B. 1992. Dry yeast immobilized in wax or paraffin for scavenging oxygen. United States Patent US5106633: 6 str.
- Faustman C., Cassens R.G. 1990. The biochemical basis for discoloration in fresh meat. *Journal of Muscle Foods*, 1: 217-243
- Floros J.D., Dock L.L., Han J.H. 1997. Active packaging technologies and applications. *Food Cosmetics and Drug Packaging*, 20: 10-17
- Freshcare®. 2016. Questions about Freshcare?. Lelystad, Freshcare: 15 str.
<http://www.freshcare.eu/> (maj 2016)
- Gacula M.C. 1997. Descriptive sensory analysis in practice. Trumbull, Food and Nutrition Press: 712 str.
- Gašperlin L. 2000. Oksidacija pigmenta in barva mesa. V: Antioksidanti v živilstvu. 20. Bitenčevi živilski dnevi, Portorož, 26. – 27. Oktober 2000. Žlender B., Gašperlin L. (ur.). Ljubljana, Biotehniška fakulteta, Oddelek za živilstvo: 139-150
- Georgala D.L., Davidson C.L. 1970. Food package. United Kingdom Patent UK1199998: 5 str.
- Golob T., Bertoneclj J., Doberšek U., Jamnik M. 2006. Senzorična analiza živil. Ljubljana, Biotehniška fakulteta, Oddelek za živilstvo: 81 str.
- Golob T., Jamnik M., Bertoneclj J., Doberšek U. 2005. Senzorična analiza: metode in preskuševalci. *Acta Agriculturae Slovenica*, 85: 55-66
- Hutton T. 2003. Food packaging: an introduction. Gloucestershire, Campden and Chorleywood Food Research Association: 108-108
- Imaida K., Fukushima S., Shirai T., Ohtami M., Nakamishi K., Ito N. 1983. Promoting activities of butylated hdroxyanisole and butylated hydroxytoluene on 2-stage urinary bladder carcinogenesis and inhibition of gamma-glutamyl trans-peptide-positive for development in the liver of rats. *Carcinogenesis*, 4: 895-899
- Juncher D., Rønn B., Hansen T.B., Henckel P., Karlsson A., Skibsted L.H. Bertelsen G. 2003. Effect of pre-slaughter physiological conditions on the oxidative stability of colour and lipid during chill storage of sliced, retail packed roast ham. *Meat Science*, 63: 151-159
- Kerry J.P., O'Grady M.N., Hogan S.A. 2006. Past, current and potential utilization of active and intelligent packaging systems for meat and muscle-based products. *Meat Science*, 74: 113-130
- Kropf D.H. 1993. Colour stability: factors affecting the colour of fresh meat. *Meat Focus International*, June: 269-275

- Labuza T.P. 1987. Oxygen absorber sachets. *Food Research*, 32: 176-277
- Labuza T.P., Breene W.M. 1989. Applications of active packaging for improvement of shelf-life and nutritional quality of fresh and extended shelf-life foods. *Journal of Food Processing and Preservation*, 13: 1-69
- Lawless H.T., Heymann H. 1998. Sensory evaluation of food: principles and practices. New York, Chapman/Hall: 341-378
- Mac Dougall D.B. 1977. Colour meat. V: Sensory properties of food – nutrition and food science. Birch. G.G. (ed.). London, Applied Science Publishers, 61: 59-59
- Martinez L., Djenane D., Cilla I., Beltran J.A., Roncalés P. 2006. Effect of varying oxygen concentrations on the shelf-life of fresh pork sausages packaged in modified atmosphere. *Food Chemistry*, 94: 219-225
- Moller J.K.S., Jakobsen M., Weber C.J., Martinussen T., Skibsted L.H., Bertelsen G. 2003. Optimization of colour stability of cured ham during packaging and retail display by a multifactorial design. *Meat Science*, 63: 169-175
- Moller J.K.S., Jensen J.S., Olsen M.B., Skibsted L.S., Bertelsen G. 2000. Effect of residual oxygen on colour stability during chill storage of sliced, pasteurised ham packaged in modified atmosphere. *Meat Science*, 54: 399-405
- Mondry H. 1996. Packaging systems for processed meat. V: Meat quality and meat packaging. Taylor S.A., Raimundo A., Severini M., Smulders F.J.M. (eds.). Utrecht, ECCEAMST: 323-333
- Morrissey P.A., Tichivangana J.Z. 1985. The antioxidative activities of nitrite and nitrosylmyoglobin in cooked meats. *Meat Science*, 14: 175-190
- Nakamura H., Hoshino J. 1983. Techniques for the preservation of food by employment of an oxygen absorber. Tokyo, Mitsubishi Gas Chemical Co., AGELESS® Division: 1-45
- Nielsen T. 1997. Active packaging: a literature review. SIK Report, 631: 20 str.
- O'Grady M.N., Monahan F.J., Bailey J., Allen P., Buckley D.J., Keane M.G. 1998. Colour-stabilising effect of muscle vitamin E in minced beef stored in high oxygen packs. *Meat Science*, 50: 73-80
- Ohlsson T., Bengtsson N. 2002. Active and intelligent packaging. V: Minimal processing technologies in the food industry. Ohlsson T., Bengtsson N. (eds.). Cambridge, Woodhead Publishing Limited: 87-123
- Pravilnik o kakovosti mesnih izdelkov. 2012. Uradni list Republike Slovenije, 22, 59: 6097-6105
- Rooney M.L. 1995. Active packaging in polymer films. V: Active food packaging. Rooney M.L. (ed.). London, Blackie Academic Professional: 74-110
- Roussel. 1999. Les emballages absorbeurs d'oxygène. V: Les emballages actifs. Gontard N. (ed). Paris, Tec and Doc: 31-37
- Rudan-Tasič D., Klofutar C. 2007. Fizikalnokemijske metode v živilstvu. Ljubljana, Biotehniška fakulteta, Oddelek za živilstvo: 150 str.

- Santiago-Silva P., Soares N.F.F, Nóbrega J.E., Júnior M.A.W., Barbosa K.B.F., Volp A.C.P., Zerdas E.R.M.A., Würltzer N.J. 2009. Antimicrobial efficiency of film incorporated with pediocin (ALTA[®] 2351) on preservation of sliced ham. *Food Control*, 20: 85-89
- SAS Software. Version 8.01. 1999. Cary, SAS Institute Inc.: software
- Seideman S.C., Durland P.R. 1984. The utilization of modified atmosphere packaging for fresh meat. *Journal of Food Quality*, 6: 239-252
- Shorter A.J. 1982. Evaluation of rapid methods for scavenging oxygen in flexible pouches. *LWT – Food Science and Technology*, 5: 380-381
- Smiddy M., Papkovsky D.B., Kerry J.P. 2002. Evaluation of oxygen content in commercial modified atmosphere packs (MAP) of processed cooked meats. *Food Research International*, 35: 577-584
- Smith J.P. 1996. Improving shelf life of packaged baked goods by oxygen absorbents. AIB Research Department Technical Bulletin, 18: 2-7
- Smith J.P., Ramaswamy H.S., Simpson B.K. 1990. Developments in food packaging technology. Part II. Storage aspects. *Trends in Food Science and Technology*, 1: 111-118
- Stiles M.E. 1991. Modified atmosphere packaging of meat, poultry and their products. V: *Modified atmosphere packaging of food*. Ooraikul B., Stiles M.E. (eds.). New York, Ellis Horwood: 118-147
- Stone H., Sidel J.L. 1993. Sensory evaluation practices. London, Academic Press: 311 str.
- Suppakul P., Miltz J., Sonneveld K., Bigger S. W. 2003. Active packaging technologies with an emphasis on antimicrobial packaging and its applications. *Journal of Food Science*, 68: 408-420
- Uredba evropskega parlamenta in sveta (ES) št. 1935/2004 z dne 27. oktobra 2004 o materialih in izdelkih, namenjenih za stik z živilom, in o razveljavitvi direktiv 80/590/EGS in 89/109/EGS. 2004. Uradni list Evropske unije, 47, L338: 14 str.
- Uredba Komisije (ES) št. 450/2009 z dne 29. maja 2009 o aktivnih in inteligentnih materialih in izdelkih, namenjenih za stik z živilom. 2009. Uradni list Evropske unije, 52, L135: 3-11
- Vermeiren L., Devlieghere F., Van Beest M., de Kruijf N., Debevere J. 1999. Developments in active packaging of foods. *Trends in Food Science and Technology*, 10: 77-86
- Vermeiren L., Heirlings L., Devlieghere F., Debevere J. 2003. Oxygen, ethylene and other scavengers. V: *Novel food packaging techniques*. Ahvenainen R. (ed.). Boca Raton, CRC Press: 22-44
- What is an oxygen absorber? 2016. New York, Mitsubishi Gas Chemical America: 10 str. <http://ageless.mgc-a.com/what-is-an-oxygen-absorber.aspx> (maj 2016)

ZAHVALA

Zahvaljujem se mentorici prof. dr. Lei Demšar za podporo v času nastajanja diplomskega dela. Asis. dr. Mateji Lušnic Polak se zahvaljujem za somentorstvo.

Za strokoven pregled diplomske naloge se zahvaljujem recenzentu doc. dr. Tomažu Požrlu.

Zahvaljujem se tudi zaposlenim v knjižnici, na študijskem referatu in nenazadnje kopirnici, ki so z vsemi svojimi zmožnostmi pripomogli k zaključku mojega dela.

Iskrena zahvala gre tudi moji družini, ki so mi študij omogočili ter me ves čas podpirali in spodbujali k zaključku.

Zahvaljujem se tudi celotni generaciji, ki smo študij pričeli z vpisom leta 2006 in smo skupaj preživeli študentska leta. Posebej hvala vsem vam, prijateljem iz študentskih let, ki smo se družili tudi izven šolskih klopi in smo naredili naše študentsko obdobje neprecenljivo.