

UNIVERZA V LJUBLJANI
BIOTEHNIŠKA FAKULTETA
ODDELEK ZA ŽIVILSTVO

Tatjana ROJC

**VPLIV PAKIRANJA IN SKLADIŠČENJA NA KAKOVOST
SENDVIČEV**

DIPLOMSKO DELO
Univerzitetni študij

**THE INFLUENCE OF PACKAGE AND STORAGE ON QUALITY OF
SANDWICHES**

GRADUATION THESIS
University studies

Ljubljana, 2008

Diplomsko delo je zaključek univerzitetnega študija živilske tehnologije. Senzorično ocenjevanje in fizikalno-kemijske analize so bile opravljene na Katedri za tehnologijo mesa in gotovih jedi, mikrobiološke preiskave pa na Katedri za živilsko mikrobiologijo Oddelka za živilstvo, Biotehniške fakultete, Univerze v Ljubljani.

Študijska komisija Oddelka za živilstvo je za mentorja diplomskega dela imenovala prof. dr. Božidarja Žlendera, za somentorico doc. dr. Barbaro Jeršek in za recenzentko doc. dr. Leo Gašperlin.

Mentor: prof. dr. Božidar Žlender

Somentorica: doc. dr. Barbara Jeršek

Recenzentka: doc. dr. Lea Gašperlin

Komisija za oceno in zagovor:

Predsednik:

Član:

Član:

Član:

Datum zagovora:

Diplomsko delo je rezultat lastnega raziskovalnega dela.

Tatjana ROJC

KLJUČNA DOKUMENTACIJSKA INFORMACIJA:

ŠD Dn
DK UDK 641.84:543.9:641.1:621.798:579.67(043)=163.6

KG gotove jedi/sendviči/pakiranje sendvičev/embalažni materiali/čas skladiščenja/senzorične lastnosti/patogeni mikroorganizmi/mikrobiološka kakovost

AV ROJC, Tatjana

SA ŽLENDER, Božidar (mentor) / JERŠEK, Barbara (somentorica)
GAŠPERLIN, Lea (recenzentka)

KZ SI – 1000 Ljubljana, Jamnikarjeva 101

ZA Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta, Oddelek za živilstvo

LI 2008

IN VPLIV PAKIRANJA IN SKLADIŠČENJA NA KAKOVOST SENDVIČEV

TD Diplomsko delo (univerzitetni študij)
OP IX, 67 str., 21 pregl., 10 sl., 3 pril., 62 vir.
IJ sl
JI sl/en

AI V diplomski nalogi smo proučevali kako različni načini pakiranja in temperature skladiščenja vplivajo na senzorično in mikrobiološko kakovost sendvičev ter daljšo obstojnost. Izbrani sendviči so imeli naslednjo sestavo: bela žemlja, paniran piščančji file, majoneza, kislá smetana, kečup in zelena solata. Sendviči so bili pakirani v običajno in MAP (50 % N₂, 50 % CO₂), skladiščeni 7 dni pri temperaturah 2 in 8 °C. Mikrobiološke preiskave (skupno št. MO, št. kvasovk in plesni, št. mlečnokislinskih bakterij, št. aerobnih psihrofilnih MO, število bakterij rodu *Bacillus*), senzorične (analitični deskriptivni preskus) in fizikalno-kemijske analize (a_w, pH, odstotek vode, beljakovin, maščob, pepela, energijska vrednost) smo opravili na dan pakiranja sendvičev, nato 3., 4. in 7. dan skladiščenja. Vse preiskave in analize smo izvedli v treh ponovitvah. Mikrobiološke preiskave so pokazale, da ni bilo večjih razlik v številu prisotnih kvarljivcev ne glede na način pakiranja in temperaturo skladiščenja. Čeprav se je senzorična kakovost vseh sendvičev s časom skladiščenja poslabšala, so bili najbolj ocenjeni sendviči pakirani v MAP in skladiščeni pri 2 °C. Fizikalno-kemijske analize so pokazale, da se je vrednost a_w s časom skladiščenja večala, vrednost pH se je zvišala po 3 dneh skladiščenja. Energijska vrednost sendvičev ni bila prehransko najbolj primerna zaradi preveč maščob (40 %).

KEY WORDS DOCUMENTATION:

- DN Dn
DC UDC 641.84:543.9:641.1:621.798:579.67(043)=163.6
- CX ready-to-eat meals/sandwiches/package of sandwiches/packaging materials/time of storage/sensory properties/pathogens/microbiological quality
- AU ROJC, Tatjana
- AA ŽLENDER, Božidar (supervisor)/ JERŠEK, Barbara (co-advisor)
GAŠPERLIN, Lea (reviewer)
- PP SI – 1000 Ljubljana, Jamnikarjeva 101
- PB University of Ljubljana, Biotechnical Faculty, Department of Food Science and Technology
- PY 2008
- TI THE INFLUENCE OF PACKAGE AND STORAGE ON QUALITY OF SANDWICHES
- DT Graduation Thesis (University studies)
NO IX, 67 p., 21 tab., 10 fig., 3 ann., 62 ref.
LA sl
AL sl/en
- AB The graduation thesis involves the analysis of the influence of different packaging methods and storage temperature on the sensory and microbiological quality of sandwiches and their longer durability. The selected sandwiches were composed of the following: white roll, breaded chicken fillet, mayonnaise, sour cream, ketchup and green lettuce. The sandwiches were packed under normal atmosphere and modified atmosphere (50 % N₂, 50 % CO₂), and stored 7 days at temperatures of 2 and 8 °C. The microbiological examinations (the total number of microorganisms, yeast and moulds, lactic acid bacteria, aerobic psychrotrophic microorganisms, and the number of *Bacillus* strand of bacteria), sensory (analytical descriptive test) and physical and chemical analyses (a_w, pH, water, protein, fat and ash percentage, and energy value) were carried out on the day of sandwich packaging, and then on the third, fourth and seventh day of storage. All the examinations and analyses were conducted in three repetitions. Microbiological examinations displayed no major differences in the number of microorganisms that cause deterioration present, irrespective of the packaging method and storage temperature. Although sensory quality of all the sandwiches deteriorated gradually, the sandwiches packaged in modified air conditions and stored at 2 °C were estimated as best. Moreover, physical and chemical analyses showed that the value of a_w increased in the course of storage time, and the pH value raised after three days of storage. Finally, the energy value of sandwiches was considered nutritionally not most adequate due to a too high presence of fats (40 %).

KAZALO VSEBINE

	str.
Ključna dokumentacijska informacija.....	III
Key words documentation.....	IV
Kazalo vsebine.....	V
Kazalo preglednic.....	VII
Kazalo slik.....	VIII
Okrajšave in simboli.....	IX
1 UVOD.....	1
1.1 NAMEN DELA.....	2
1.2 DELOVNA HIPOTEZA.....	2
2 PREGLED OBJAV.....	3
2.1 SENDVIČI.....	3
2.1.1 Splošno o sendvičih.....	3
2.1.2 Sestava sendvičev.....	3
2.1.3 Vrste sendvičev.....	7
2.1.4 Tehnologija proizvodnje sendvičev.....	8
2.2 PAKIRANJE SENDVIČEV.....	9
2.2.1 Splošno o pakiranju živil.....	9
2.2.2 Običajno pakiranje.....	10
2.2.3 Pakiranje v modificirani atmosferi.....	11
2.2.3.1 Vpliv modificirane atmosfere na mikrobiološke in senzorične lastnosti izdelka.....	12
2.2.3.2 Dejavniki, ki vplivajo na protimikrobni učinek ogljikovega dioksida.....	14
2.2.3.3 Prednosti in slabosti pakiranja v modificirani atmosferi.....	16
2.3 SKLADIŠČENJE IN OBSTOJNOST SENDVIČEV.....	16
2.3.1 Splošno o skladiščenju živil.....	16
2.3.2 Obstojnost sendvičev.....	17
2.3.2.1 Intrinzični parametri.....	17
2.3.2.2 Ekstrinzični parametri.....	20
2.3.2.3 Implicitni parametri.....	21
2.4 MIKROBIOLOŠKA KAKOVOST SENDVIČEV.....	22
2.4.1 Kvarljivci.....	22
2.4.1.1 Skupno število aerobnih mezofilnih mikroorganizmov.....	22
2.4.1.2 Skupno število kvasovk in plesni.....	22
2.4.1.3 Mlečnokislinske bakterije.....	23
2.4.1.4 Psihrofilni mikroorganizmi.....	24
2.4.1.5 Bakterije rodu <i>Bacillus</i>	24
2.5 SENZORIČNA KAKOVOST SENDVIČEV.....	25
2.5.1 Splošno o senzoričnih lastnostih živil.....	25
2.5.2 Senzorična zaznava.....	26
2.5.3 Senzorični preskusi.....	28
2.5.4 Senzorične lastnosti sendvičev.....	29
2.6 PREHRANSKA VREDNOST SENDVIČEV.....	30
2.6.1 Hranilna vrednost.....	30
2.6.2 Energijska vrednost.....	35
3 MATERIAL IN METODE DELA.....	36
3.1 MATERIAL.....	36
3.1.1 Vzorci sendvičev.....	36
3.1.2 Mikrobiološka gojišča.....	37
3.1.3 Oprema in materiali za MAP.....	37

3.1.4	Drugi reagenti in kemikalije	37
3.1.5	Laboratorijska oprema in drobni pribor	38
3.2	POTEK EKSPERIMENTALNEGA DELA	39
3.2.1	Načrt predposkusa	39
3.2.2	Načrt glavnega poskusa	40
3.3	METODE DELA	41
3.3.1	Mikrobiološke preiskave	41
3.3.2	Fizikalno kemijske analize	43
3.3.2.1	Merjenje vrednosti pH	43
3.3.2.2	Določanje vrednosti a_w	43
3.3.2.3	Določanje vsebnosti vode	44
3.3.2.4	Določanje vsebnosti beljakovin z metodo po Kjeldahlu	44
3.3.2.5	Določanje vsebnosti maščob z metodo po Weibull in Stoldt-u	45
3.3.2.6	Določanje vsebnosti pepela	45
3.3.2.7	Izračun energijske vrednosti	46
3.3.3	Senzorična analiza	46
3.3.4	Statistična analiza	47
4	REZULTATI	49
4.1	REZULTATI SENZORIČNE ANALIZE	49
4.1.1	Vpliv časa skladiščenja na senzorično kakovost sendvičev	49
4.1.2	Vpliv temperature skladiščenja na senzorično kakovost sendvičev	51
4.1.3	Vpliv načina pakiranja na senzorično kakovost sendvičev	52
4.2	REZULTATI MIKROBIOLOŠKIH PREISKAV	53
4.2.1	Vpliv časa skladiščenja na mikrobiološko kakovost sendvičev	53
4.2.2	Vpliv temperature skladiščenja na mikrobiološko kakovost sendvičev	54
4.2.3	Vpliv načina pakiranja na mikrobiološko kakovost sendvičev	55
4.3	REZULTATI FIZIKALNO KEMIJSKIH ANALIZ	56
4.3.1	Vrednosti pH	56
4.3.2	Vrednost a_w	57
4.3.3	Energijska vrednost sendvičev	58
5	RAZPRAVA IN SKLEPI	59
5.1	RAZPRAVA	59
5.2	SKLEPI	61
6	POVZETEK	62
7	VIRI	64
	PRILOGA A	69
	PRILOGA B	69

KAZALO PREGLEDNIC

Preglednica 1: Priporočene mešanice plinov za pakiranje nekaterih vrst živil v modificirano atmosfero (Smith in Day, 2003).....	13
Preglednica 2: Primeri laminatnih filmov uporabljenih pri pakiranju hrane v modificirani atmosferi (Smith in sod., 1992).....	16
Preglednica 3: Hranilna in energijska vrednost za 100 g kruha (Hrovat, 2000).....	31
Preglednica 4: Povprečna hranilna vrednost za 100 g majoneze (Souci in sod., 2000).....	32
Preglednica 5: Povprečna hranilna vrednost za 100 g kisle smetane (Souci in sod., 2000).....	32
Preglednica 6: Povprečna hranilna sestava za 100 g svežega piščančjega mesa (prsna brez kože in kosti) (Golob in sod., 2006).....	34
Preglednica 7: Hranilna vrednost za 100 g zelene solate (Souci in sod., 2000).....	34
Preglednica 8: Energijske vrednosti posameznih sestavin izbranega sendviča (Hrovat, 2000; Souci in sod., 2000; Golob in sod., 2006).....	35
Preglednica 9: Rezultati senzorične analize sendvičev z izračunanimi osnovnimi statističnimi parametri.....	49
Preglednica 10: Vpliv časa skladiščenja na senzorično kakovost sendvičev, hranjenih na dveh različnih temperaturah in različno pakiranih.....	50
Preglednica 11: Vpliv temperature skladiščenja na senzorično kakovost sendvičev, hranjenih sedem dni in različno pakiranih.....	51
Preglednica 12: Vpliv načina pakiranja na senzorično kakovost sendvičev, hranjenih sedem dni na dveh različnih temperaturah.....	52
Preglednica 13: Vpliv časa skladiščenja na mikrobiološko kakovost sendvičev, hranjenih na dveh različnih temperaturah in različno pakiranih.....	53
Preglednica 14: Vpliv temperature skladiščenja na mikrobiološko kakovost sendvičev, hranjenih sedem dni in različno pakiranih.....	54
Preglednica 15: Vpliv načina pakiranja na mikrobiološko kakovost sendvičev, hranjenih sedem dni na dveh različnih temperaturah.....	55
Preglednica 16: Rezultati vrednosti pH sendvičev z izračunanimi osnovnimi statističnimi parametri.....	56
Preglednica 17: Vpliv časa skladiščenja na vrednost pH sendvičev, hranjenih na dveh različnih temperaturah in različno pakiranih.....	56
Preglednica 18: Vpliv temperature skladiščenja na vrednost pH sendvičev, hranjenih sedem dni in različno pakiranih.....	56
Preglednica 19: Vpliv načina pakiranja na vrednost pH sendvičev, hranjenih sedem dni na dveh različnih temperaturah.....	57
Preglednica 20: Izmerjene a_w vrednosti posameznih sestavin sendviča.....	57
Preglednica 21: Sestava (g/100g) in energijska vrednost (kJ/100g) sendvičev.....	58

KAZALO SLIK

Slika 1: Sendvič z avokadom in kozicami (Sendviči, 2005)	6
Slika 2: Polnovredni sendvič s kremo iz jabolk in brusnic (Sendviči, 2005)	7
Slika 3: Shema proizvodnje sendvičev (Sandwiches in Hong Kong, 2000).....	8
Slika 4: Glavna področja zaznave štirih osnovnih okusov na jeziku (Golob in sod., 2006).....	27
Slika 5: Glavna področja zaznave štirih osnovnih okusov na jeziku, trdnem nebu in v žrelu (Golob in sod., 2006).....	27
Slika 6: Vzorci sendvičev za glavni poskus	36
Slika 7: Načrt predposkusa	39
Slika 8: Načrt glavnega poskusa.....	41

OKRAJŠAVE IN SIMBOLI

CAP – kontrolirana atmosfera

kJ – kiloJoule

MAP – modificirana atmosfera

max – maksimalno

MkB – mlečnokislinske bakterije

MO – mikroorganizmi

temp. – temperatura

VP – vakuumsko pakiranje

1 UVOD

Današnji, velikokrat zelo hiter tempo življenja predstavlja drugačen način prehranjevanja kot so ga poznali naši predniki. Murcia in sod. (2003) navajajo, da se v trgovinah povečuje povpraševanje po že pripravljenih jedeh, saj te jedi ne zahtevajo dolgotrajne priprave. Spremembe se pojavljajo tudi doma. Veliko žensk je namreč zaposlenih in vedno večji je pritisk delodajalcev, da se več dela, tako da ostane manj časa za vsakodnevne nakupe in s tem pripravo hrane doma.

Vse pogosteje lahko zasledimo razprave in članke o vlogi in primernosti hitre hrane v naši prehrani. Večinoma je hitra hrana predstavljena zgolj z enega vidika, in to negativnega. Med glavne prehransko negativne značilnosti hitre hrane spada možnost nakupa hrane z visoko energijsko vrednostjo in energijsko gostoto ter pomanjkanjem vlaknin, vitaminov in mineralov (Bizant in sod., 2000).

Seveda ta vrsta hrane nima le slabih značilnosti, temveč tudi precej dobrih. Restavracije hitre hrane se danes vedno bolj prilagajajo načelom zdrave prehrane: manj cvrte in več pečene hrane z malo maščob ali na žaru pečene hrane, hrana z manj maščob, več zelenjavnih obrokov hrane, sadja in sadnih solat, jogurtov in mleka z malo maščob ter žitna živila oziroma jedi, pripravljene iz polnovredne moke. Kako primerna hrana je v restavracijah s hitro hrano s prehranskega stališča, pa je zelo odvisno tudi od potrošnika. Paziti mora namreč, da izbira med zdravimi jedmi in da v obrok hrane vedno vključi tudi dovolj sadja in zelenjave (Pokorn in Gregorič, 1997).

Primer hitrega prehranjevanja so sendviči. Poslužujejo se jih tako učenci po šolah kot tudi zaposleni ljudje. Prav tako so primerni za na pot ali pa kot hiter prigrizek doma. Dobimo jih skoraj kjerkoli: v trgovinah, na bencinskih servisih in na posebnih avtomatih, ki so že v večini ustanov. Izbiramo lahko med različnimi vrstami: sendvič v obliki žemlje ali štručke, bel ali polnozrnat kruh, mesni, ribji, zelenjavni ali mešan nadev, z manjšo ali večjo energijsko vrednostjo, itd.

Današnji trend širjenja hitre prehrane močno zaznamuje tudi trend zdrave prehrane, ki ga izdelovalci sendvičev morajo upoštevati. Za pripravo nadevov ne uporabljajo več polnomastne klasične majoneze, ampak lahko majonezo z manj maščobe (30 %), prav tako za namaz uporabljajo lahko margarino. V veliko primerih majonezo sploh opuščajo in jo nadomeščajo z malo mastno skuto in/ali jogurtom. Prehransko popestritev pomeni tudi zelenjava, ki jo dodajajo v mnogo vrst sendvičev.

Seveda je treba upoštevati tudi nekatere druge pomembne dejavnike, ki vplivajo na mikrobiološko in senzorično kakovost sendvičev: ustreznost surovin (pomembna je posebna pozornost pri sveži zelenjavi), higiena pri pripravi sendvičev, pravilna izbira embalaže, razmere skladiščenja (na primer ustrezna temperatura, vlaga, osvetljenost prostora).

1.1 NAMEN DELA

Namen diplomske naloge je bil ugotoviti, kako različni načini pakiranja in različni temperaturi skladiščenja vplivajo na mikrobiološko in senzorično kakovost ter obstojnost sendvičev. Učinkovitost različnih tehnik pakiranja in sprememb med skladiščenjem smo spremljali z mikrobiološkimi preiskavami ter s senzoričnimi in fizikalno-kemijskimi analizami.

V nalogi smo proučevali sendviče z naslednjo sestavo: bela žemlja, paniran piščančji file, majoneza, kislá smetana, kečup in zelena solata. Uporabili smo dve tehniki pakiranja: običajno pakiranje in pakiranje v modificirani atmosferi, sendviče smo skladiščili v hladilniku pri dveh temperaturah 2 °C in 8 °C. Analizirali smo sveže sendviče, nato tretji, četrti in sedmi dan skladiščenja.

1.2 DELOVNA HIPOTEZA

Predvidevali smo, da bo obstojnost sendvičev pakiranih v običajni atmosferi precej krajša v primerjavi s tistim pakiranjem v modificirani atmosferi. Prav tako smo predvidevali krajšo obstojnost sendvičev skladiščenih pri višji temperaturi. Glede na temperaturo skladiščenja smo predvidevali, da bodo pri nižji temperaturi bolj obstojni sendviči pakirani v običajni atmosferi, pri višji temperaturi pa sendviči pakirani v modificirani atmosferi.

2 PREGLED OBJAV

2.1 SENDVIČI

2.1.1 Splošno o sendvičih

Obloženi kruhki in kruh so že zdavnaj osvojili svet. Naj gre za francosko bageto, italijansko čabato, grško lepinjo brez kvasa, ameriške žemljice (bagels) ali naš polnovredni kruh. Enako velja tudi za nadev, dovoljeno je vse kar tekne – naj bo še tako vsakdanje ali povsem nenavadno, kmečko ali prefinjeno, s hitro ali dolgotrajno pripravo.

“Kultura kruha” ni iznajdba naših dni. Prvi zapis o hrani, ki se jo je med dvema kosoma kruha, sega v leta med 70 pr. n. št. in 70 n. št.. Govori o židovskem učitelju, ki je pripravljaj jed iz dveh rezin nevzhajane kruha, nadevanih s sesekljanimi oreščki in jabolki ter grenkimi zelišči. Beseda sendvič, kot jo poznamo danes, pa je prišla v rabo v 18. stoletju. Takrat je John Montagu, četrti grof von Sandwich naredil prve sendviče z dvema rezinama kruha, med katera je dal sir in meso.

Danes sendviči, panini in njihovi sorodniki niso le priljubljeni prigrizki v lokalih in barih s kavo; že zdavnaj so namreč osvojili tudi naše kuhinje. Pogosto je jed, ki se jo človek najprej nauči pripraviti. Čeprav ni večš kuhanja, lahko naredi izvrstne tople ali hladne sendviče. Priprava je enostavna in hitra ter so kot nalašč za vse tiste, ki se ponajšajo z domišljijo in veseljem do novih zamisli. Vsestranska je tudi njihova uporaba; ponudimo jih na zabavah, v bifeju s prigrizki, za kosilo, ki ga vzamemo s seboj, ali kot malico za vso družino (Sendviči, 2005; Labensky in Hause, 2007).

2.1.2 Sestava sendvičev

Sestavine, ki jih vsebujejo sendviči so naslednje:

- kruh,
- namaz,
- nadev: mesne komponente, sir in ribe, zelenjava,
- začimbe in dodatki.

Kruh

Pisni viri omenjajo kruh na Slovenskem že v 13. stoletju, vendar ga ne moremo šteti med najstarejše jedi. Kljub temu je s kruhom v zadnjih stoletjih povezana vrsta oblik, načinov priprave ter predvsem njihova vloga v vsakdanjem življenju, šegah in navadah. Kar zadeva prehranjevanje nasploh, kruh pri tradicionalnih glavnih obrokih na Slovenskem ni bil običajen. Uživanje kruha pri zajtrku, kosilu in večerji, razen v izjemnih primerih, ni bilo v navadi. Dovolj pogosto pa je bil kruh na mizi za dopoldansko ali popoldansko malico. Že takrat so poznali najrazličnejše vrste kruha (beli, rženi, proseni, ajdov, kruh iz mešanice žit, npr. pšenica in rž) (Renčelj in sod., 1993).

Vrste kruha so se razlikovale po oblikah in dodatkih. Tako so hlebčke posipali z lovorjem, zeleno, kumino, makom, koromačem, poprom, sirom ali mandlji. Kruhu so dodajali rozine, drobnjak, peteršilj, koper in druge dišavnice (Goljat, 2004).

Kruh ima danes vlogo kot osnovno živilo, kot dodatek pri uživanju jedi (enolončnice...) ali se uporablja za pripravo sendvičev. Za sendviče se uporablja kruh različnih vrst, oblik in velikosti. Glede na vrsto kruha lahko izbiramo med toastom, belim in polnozrnatim kruhom, kruhom s semeni ter kruhom z različnimi posipi (sezamova, makova, bučna semena). Po obliki kruha ločimo: štručke (panini), žemlje, bombice, čabate, bagete, rezine kruha (iz različnih štruc ali hlebcev) (Sendviči, 2005).

Kruh predstavlja večji del sendviča in mu daje obliko. Sendviču da tudi okus, teksturo, hranilno vrednost in predstavlja končen izgled izdelka. Dopolnjevati se mora z nadevom in ne sme imeti močnejše arome kot nadev. Biti mora svež, njegova tekstura pa taka, da sovпада s teksturo namaza in nadeva. Ne sme biti tak, da vpije vlago iz namaza in nadeva ter tako postane lepljiv in testast (Labensky in Hause, 2007).

Namaz

Namaz obogati sendvič in mu da posebno aromo, vlago in na nek način povezuje sestavine med seboj. Nekateri namazi, zlasti tisti z dodatkom masla, delujejo kot bariera, ki preprečuje izhajanje vlage iz nadeva v kruh (Labensky in Hause, 2007).

Osnovne sestavine namaza so majoneza, kislá smetana, jogurt, skuta, maslo, margarina, gorčica, ajvar, kečup, jajca. Sestavine lahko uporabljamo posamezno ali pa jih med seboj mešamo v različnih kombinacijah in razmerjih.

Majoneza je emulzija tipa olja v vodi. Izdeluje se iz rastlinskega olja, rumenjakov, oetne in drugih jedilnih organskih kislin, gorčice, sladkorja, začimb in ekstraktov ter drugih dovoljenih dodatkov (Pravilnik o kakovosti jedilnih rastlinskih olj, 2003).

Kislá smetana je fermentiran mlečni izdelek, čvrste konzistence. Izdelana je iz smetane z 20 % ali 21,5 % mlečne maščobe. Uporablja se kot dodatek različnim jedem (Mlekarna Celeia..., 2006).

Kečup je omaka, običajno narejena iz paradižnikov. Je močno začinjen in pogosto vsebuje tudi ščepec klinčkov, cimeta, pimenta in kajenskega popra. Po svetu pa poleg klasičnega paradižnikovega kečupa poznajo tudi nekoliko drugačne vrste, npr. kečup na osnovi rib in lupinarjev v Aziji ali pa kečup iz sadja, zelenjave, orehov in rib na zahodu (Willan, 1992).

Nadev

Nadev je glavni del sendvičev, ki predstavlja tudi večji del arome. V sendvičih je lahko več nadevov, sestavljenih iz mesnih, ribjih, zelenjavnih komponent in sira. Pri izbiri posameznih komponent moramo biti pozorni, da se okusi med seboj ustrezno dopolnjujejo, teksture komponent pa so si lahko različne (Labensky in Hause, 2007).

Mesne komponente

Uporablja se lahko različne vrste salam (posebna, suha, mortadela, zelenjavna,...), pršut, slanino, mleto meso, piščančje in puranje prsi (cvrte, pečene v konvektomatu, kot rezance), jetrno klobaso, gnjat. Nekateri kot posebnost v svojih sendvičih ponujajo tudi nojeve zrezke (Sendviči, 2005).

Za proizvodnjo sendvičev lahko uporabljamo panirane piščančje izdelke. Lahko so zamrznjeni, delno toplotno obdelani, enako veliki kosi mesa, ki se pred izdelavo toplotno regenerirajo v konvektomatu.

Industrijska proizvodnja paniranih izdelkov je v veliki meri podobna postopku paniranja, ki ga uporabljajo gospodinje, bistvena razlika je v uporabljenih panadah. Panado, ki obdaja ta izdelek, sestavljajo moka, mokra panada in suha panada (drobtine). Posamezne vrste, s svojimi sestavinami, vplivajo na zunanji izgled, okus, hrustljivost, odstotek absorbiranega olja med cvrenjem, ohranjajo sočnost in izboljšajo hranilno vrednost paniranih izdelkov.

Posebnost paniranja je uporaba mokre panade, ki omogoča paniranje brez uporabe jajc. Z različnimi dodatki v mesu ali panadi pa lahko dopolnimo specifičen, blag okus piščančjega mesa v harmonično celoto. Po paniranju se cvrejo kosi mesa v olju zelo kratek čas (nekaj deset sekund), posledica tega je minimalna absorpcija olja. Panirani in delno ocvrti izdelki se v nadaljnjem tehnološkem postopku dokončno toplotno obdelajo v peči in nato hitro zamrznejo ter pakirajo.

Postopek toplotne regeneracije v veliki meri vpliva na končno kakovost paniranega izdelka in zahteva veliko mero natančnosti in poznavanja specifičnih zahtev za posamezen izdelek. V največji meri se za regeneracijo uporablja postopek cvrenja, pa tudi postopek pečenja v pečici ali na dvoploščnem žaru. S tem izdelek pri toplotni regeneraciji ne absorbira dodatnih količin olja, vendar pa panada delno izgubi svojo prijetno hrustljivost (Šmigoc, 2001).

Sir in ribe

Siri, ki se jih dodaja v sendviče, so lahko kozji, ovčji, maskarpone, mozzarella. Od rib se uporablja večinoma tunino ali sardeline fileje, pri čemer se tunino lahko uporablja kot samostojno komponento ali pa kot del namaza (npr. zmleta pomešana z majonezo, kisló smetano in jajci). Sladokusci pa lahko izberejo tudi sendvič s kozicami, ki je prikazan na sliki 1 (Sendviči, 2005).



Slika 1: Sendvič z avokadom in kozicami (Sendviči, 2005)

Zelenjava

Najpogosteje uporabljena zelenjava za sendviče je zelena solata, radič, rukola, paprika (rdeča, rumena in zelena), feferoni, kumare (sveže in kisle), paradižnik, zelje, koruza. Za ljubitelje zelenjave in vegetarijance izdelujejo tudi sendviče z redkvico, motovilcem, beluši, porom, čičeriko, čebulo, zeleno, stročjim fižolom, cikorijo, kaprami (Sendviči, 2005).

Fang in sod. (2003) opozarjajo, da je potrebno biti pozoren na ustrezno higieno pri pripravi sveže zelenjave. Paziti je treba, da ne pride do navzkrižne kontaminacije, kajti zelenjava je lahko vir kontaminacije s koliformnimi bakterijami.

Pogosto vsebujejo sendviči solato, ki je najpogosteje uporabljena vrtnina. Že stari Rimljani so ponujali solato kot predjed. Danes cenimo solatnice, ker odlično dopolnjujejo mesne izdelke in osvežujejo tudi ostale jedi. Solata vsebuje veliko vitaminov in mineralov. Zaradi pravilnega razmerja med natrijem in kalijem uravnava delovanje ledvic ter pospešuje tek in prebavo, ker vsebuje majhne količine grenkih snovi in citronske kisline (Klub Gaia, 2008).

Začimbe in dodatki

Začimbe in dodatki so lahko sestavina v namazih ali v mesnih komponentah. Najbolj se uporabljajo sol, poper, peteršilj, limonin sok, vinski kis, drobnjak, bazilika, origano, timijan, hren, paprika v prahu, čili, tabasko. Kot dodatki v sendvičih se lahko uporablja tudi gobe, predvsem šampinjone in jurčke.

Za bolj specifične okuse se pripravljajo namazi, ki vsebujejo tudi balzamičen kis, limeto, rdeče vino, suh vermut, različno sadje (avokado, ananas, jabolko, brusnice, rozine), pinjole, pistacije, krešo, lovorove liste, kumino, rožmarin, koriander. Primer sendviča z nevsakdanjim nadevom je prikazan na sliki 2 (Sendviči, 2005).



Slika 2: Polnovredni sendvič s kremo iz jabolk in brusnic (Sendviči, 2005)

2.1.3 Vrste sendvičev

Na tržišču je možno dobiti zelo različne vrste sendvičev, saj si ponudniki vedno bolj prizadevajo ustreči slehernemu kupcu. Tako lahko glede na vrsto kruha ločimo naslednje sendviče: panini, burgerji, brusketi, krostini, toasti in tramezini. Glede na nadev pa poznamo poimenovanja kot so: vegetarijanski, piščančji, tunin sendvič, sendvič s šunko, sirom, vratovino, pršutom in drugo.

Labensky in Hause (2007) delita vrste sendvičev odvisno od načina priprave na tople in hladne sendviče:

Topli sendviči

Lahko so zaprti, kar pomeni, da je nadev med dvema rezinama kruha, ali pa odprti, kjer imamo samo en kos kruha.

- Med zaprte sendviče spadajo tisti, ki so pred serviranjem pogreti in sendviči, pri katerih so sestavine toplotno obdelane, na primer "hamburger" ali "hot dog".
- Primer odprtih toplih sendvičev je pica, kjer je nadev položen na krušno testo in vse skupaj pečeno tik pred serviranjem.

Hladni sendviči

Hladne sendviče prav tako delijo na zaprte in odprte.

- Obstajajo tri vrste zaprtih sendvičev:
 - Osnovni zaprti sendviči so sestavljeni iz dveh rezin kruha, med njima je lahko en ali več namazov in prav tako več nadevov, velikokrat je kombinacija mesni ali sirni in zelenjavni nadev.
 - Večplastni zaprti sendviči so sestavljeni iz treh ali več rezin kruha, med njimi so različni namazi in nadevi.
 - Čajni sendviči so majhni in različnih oblik (oblika kroga, kvadrata, diamanta, zaviti v rolo). Namenjeni so kot prigrizek na zabavah in proslavah.

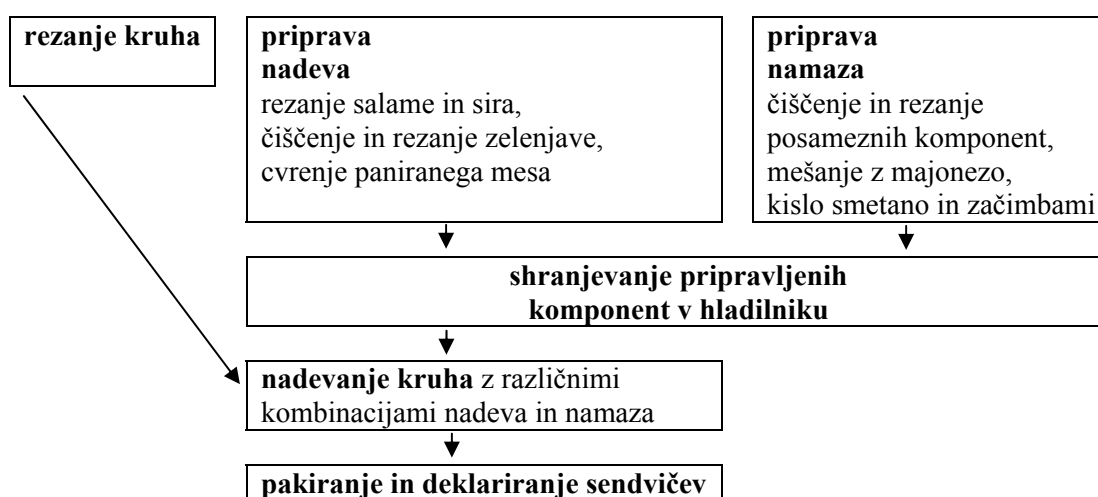
- Odprti hladni sendviči so podobni kanapejem, le da so večji. Sestavljeni so iz ene rezine kruha in so različno nadevani. Tukaj je poudarjen izgled sendviča, saj je nadev natančno oblikovan in razporejen po kruhu. Najpopularnejši stil odprtih hladnih sendvičev je norveški sendvič, poznan kot "smørbrød".

2.1.4 Tehnologija proizvodnje sendvičev

Proizvodnja sendvičev poteka v posebnih obratih ali ločenih prostorih večjih kuhinj. Proces proizvodnje, ki je prikazan na sliki 3, poteka v več stopnjah (Sandwiches in Hong Kong, 2000):

- priprava kruha – kruh (žemlje) dobijo že iz pekarnice, zato ga je potrebno samo še narezati na enake polovice;
- priprava namaza – čiščenje in rezanje posameznih komponent, dodajanje majoneze, kisle smetane, začimb, mešanje, hlajenje na ustrezni temperaturi;
- priprava sirnih in mesnih komponent – rezanje različnih vrst salam in sira na enako debele rezine, cvrenje zamrznjenih paniranih kosov mesa;
- priprava sveže zelenjave – čiščenje, rezanje, sekljanje;
- nadevanje kruha z namazom in nadevom,
- pakiranje in deklariranje sendvičev.

Večji del priprave sendvičev poteka ročno, strojno le režejo in sekljajo posamezne sestavine ter pakirajo končni izdelek. Zato je pomembna natančnost pri delu, zlasti pri nadevanju sendvičev. Vsak sendvič mora ustrezati končni deklaraciji, kar pomeni, da morajo nadevati točno določeno količino namaza in ostalih komponent. Pozorni morajo biti tudi na razporeditev namaza in posameznih komponent, da izdelek ustreza potrošniku. Pogoste napake, ki nastajajo pri nadevanju sendvičev so: premalo ali preveč namaza, robovi salam, sirov in zelenjave gledajo iz kruha, če je meso cvrto, je včasih preveč zapečeno, itd.



Slika 3: Shema proizvodnje sendvičev (Sandwiches in Hong Kong, 2000)

Druga, vendar zelo pomembna stvar, ki jo morajo upoštevati pri proizvodnji, je upoštevanje sistema HACCP, saj gre za delo s svežimi in hitro pokvarljivimi surovinami. Pri delu morajo vzdrževati ustrezno temperaturo posameznih komponent. Vse salame, siri, sestavine za namaze in že pripravljene namazi morajo biti v hladilniku. Pri toplotni obdelavi mesa morajo doseči ustrezno središčno temperaturo mesa, temu sledi hlajenje. Zelo pogost problem pri pripravi sendvičev je navzkrižna kontaminacija zaradi večkratne uporabe žlic, nožev, rezalnih desk, razpršilnih šob za namaze in drugih pripomočkov. Da bi se izognili temu, morajo pri delu posvečati veliko pozornosti tako osebni higieni kot tudi higieni delovnega okolja (Labensky in Hause, 2007).

2.2 PAKIRANJE SENDVIČEV

2.2.1 Splošno o pakiranju živil

Pakiranje živil je pomemben postopek v zaključnih procesih proizvodnje živil, saj izbira ustrezne pakirne embalaže pripomore k ohranjanju kakovosti blaga med skladiščenjem, transportom in prodajo. Vendar velikokrat zasledimo, da je embalaža obravnavana kot problem okolja in njegovega onesnaževanja, ker s pakiranjem nastane veliko najrazličnejših odpadkov. Vsem zahtevam, ki jih narekujejo varuhi okolja proizvajalcem in porabnikom embalaže, je težko ugoditi z neko univerzalno embalažo. Težave pa povečujejo še raznolikost in specifičnost blaga, ki se pakira v njo (Plestenjak, 1992).

Glavni dejavniki pred katerimi embalaža ščiti živilo so (Marsh in Bugusu, 2007):

- kemijski: prisotnost plinov (običajno kisika), povečanje ali izguba vlage, prisotnost svetlobe (vidna, infrardeča, ultravijolična),
- biološki: mikroorganizmi (patogeni in kvarljivci), insekti, glodalci,
- fizikalni: mehanske poškodbe povzročene predvsem med transportom.

Pri zagotavljanju obstojnosti živila imata pomembno vlogo oblika in sestava embalaže. Pravilna izbira embalažnega materiala pripomore h kakovosti in svežini izdelka med transportom in skladiščenjem. Običajno se uporablja naslednje materiale: steklo, kovine (aluminij, folije in laminati, bela pločevina), papir, karton in plastiko. Danes je zelo razširjena uporaba kombinacije več različnih materialov, težijo pa tudi k uporabi okolju prijaznih materialov (Marsh in Bugusu, 2007).

Ob izbiri primerne tehnike pakiranja in embalaže je pri postopku pakiranja potrebno upoštevati tudi naslednje dejavnike (Plestenjak, 1992):

- razširjenost uporabljenih pakirnih materialov,
- poraba energije in vode v proizvodnji pakirnih materialov,
- uporaba škodljivih snovi v proizvodnji,
- kopičenje stranskih produktov v proizvodnji,
- vsebnost škodljivih snovi v embalaži in njihova migracija na pakirni izdelek,
- izhajajoče snovi iz same embalaže,
- možnost ponovne uporabe embalaže,

- možnost snovnega ovrednotenja embalaže (recikliranje),
- problematika deponiranja odpadne embalaže,
- možnost izločitve embalaže ali vsaj zmanjšanje njene teže, prostornine ali izhajanje škodljivih snovi,
- alternativne možnosti obravnavani embalaži ali embalažnim postopkom.

Kljub temu, da je vračljiva embalaža ponovno na pohodu, proizvajalci embalaže za enkratno uporabo med seboj tekmujejo, da bi razvili in izpopolnili take tehnike pakiranja, ki bi zahtevale čim manjšo porabo pakirnih materialov, uporabo takih materialov, ki bi bili sposobni recikliranja, ki bi bili odporni na segrevanje v mikrovalovnih pečicah itd.

Največji napredek je opazen prav gotovo na področju proizvodnje termoplastičnih folij. S kombinacijo različnih termoplastičnih materialov v proizvodnji folij s postopki koekstruzije in laminiranja, so razvili folije, ki imajo take lastnosti, da so koristne tako pakiranemu blagu kot pakirnim postopkom. Kot primer termoplastičnih materialov sta polietilen in poliamid. Danes so na trgu pet in osemplastne folije, ki jih imenujemo laminate plastičnih folij. Konstruirani so za pakiranje povsem določenega blaga s točno določeno propustnostjo za pare in pline, trdnostjo in drugimi mehanskimi lastnostmi.

Za pakiranje živil in ostalega blaga v folije, se danes uporabljajo številne tehnike pakiranja, od katerih velja omeniti nekatere: vakuumsko pakiranje, pakiranje v spremenjeni atmosferi (Plestenjak, 1992).

Za pakiranje sendvičev se običajno uporablja običajno pakiranje ali pakiranje v modificirani atmosferi.

2.2.2 Običajno pakiranje

Med običajno pakiranje spadajo vse vrste pakiranja, pri katerih sestava zraka znotraj pakirne enote ni spremenjena, to pomeni, da je prisoten zrak in se ga ne nadomešča z drugimi plini.

Sendviče se običajno pakira v termokrčljive folije, nekatere vrste sendvičev (npr. burgerje in tramezine) pa dobimo tudi v posebnih plastičnih posodicah. Materiali so ponavadi polipropilen (PP), polietilen (PET) in polivinil klorid (PVC) (Pakirni materiali, 2007; Sandwich Packaging, 2006).

Plastične folije in posodice imajo veliko prednosti v primerjavi s stekleno, kovinsko in papirno embalažo (Tung in sod., 2001):

- možnost spreminjanja oblike embalaže,
- majhna teža embalaže,
- odpornost, stabilnost,
- cenovna ugodnost,
- možnost uporabe v mikrovalovnih pečicah,
- enostaven transport.

Seveda pa imajo plastični materiali tudi nekaj slabosti, in sicer prepuščajo vlago, pline in svetlobo.

2.2.3 Pakiranje v modificirani atmosferi

Modificirana atmosfera je definirana kot bariera prehrabnemu izdelku v pakirni enoti, pri čemer je atmosfera znotraj pakirne enote spremenjena, z namenom podaljšati rok trajanja in ohraniti kakovost izdelka. Z izjemo pekarskih izdelkov, se modificirana atmosfera vedno uporablja v kombinaciji z nizkimi temperaturami, to je od -1 do 7 °C (Robertson, 2006).

Različni avtorji (Davies, 1995; Robertson, 2006; Vujković in sod., 2007) opisujejo več tehnik pakiranja, s katerimi se lahko modificira atmosfero v prehrabnem izdelku:

- vakuusko pakiranje (VP),
- pakiranje v kontrolirani atmosferi (CAP),
- pakiranje v modificirani atmosferi (MAP).

Vakuusko pakiranje

Izdelek se položi v embalažo z nizko prepustnostjo za kisik, zrak se izčrpa in embalažo neprodušno zapre. Sestava atmosfere v embalaži se med skladiščenjem nekoliko spreminja (npr. zaradi prisotnosti mikroorganizmov) in se tako indirektno modificira (Davies, 1995).

Pakiranje v kontrolirani atmosferi

Osnova pakiranja je zmanjšanje koncentracije kisika in povečanje koncentracije ogljikovega dioksida, v nekaterih primerih je možno dodajanje tudi drugih plinov. Med skladiščenjem je potrebno stalno kontrolirati koncentracijo plinov v embalaži, da je razmerje plinov vedno enako. Za razliko od modificirane atmosfere, se kontrolirano atmosfero uporablja za dolgotrajno skladiščenje izdelkov (nekaj mesecev), v glavnem sadja in zelenjave (Vujković in sod., 2007).

Pakiranje v modificirani atmosferi

Zrak v embalaži se nadomesti z različnimi mešanicami plinov, pri čemer je koncentracija posameznega plina znana samo pri polnjenju. Med skladiščenjem se koncentracije plinov v embalaži ne kontrolira več (Davies, 1995).

Modificirano atmosfero lahko ustvarimo na dva načina:

- s pasivno modifikacijo ali
- z aktivno modifikacijo.

Pasivna ali prostorsko generirana modifikacija pomeni pakiranje izdelka v embalažo s selektivno prepustnostjo plinov. Atmosfera v embalaži se modificira z respiracijo izdelka,

pri čemer se zmanjšuje koncentracija kisika in povečuje koncentracija ogljikovega dioksida. Uporablja se predvsem za pakiranje sadja in zelenjave. Za vzdrževanje pravilne mešanice plinov znotraj embalaže, mora biti prepustnost embalažnega filma takšna, da je omogočen stalen vstop kisika v embalažo in hkrati difuzija ogljikovega dioksida iz embalaže. Vstop kisika prepreči anaerobno respiracijo izdelka v embalaži, difuzija ogljikovega dioksida pa prepreči kopičenje prevelikih količin tega plina, ki bi bile lahko škodljive (Parry, 1998; Robertson, 2006).

Aktivna modifikacija atmosfere nastaja z vakuumiranjem embalažne enote in z zamenjavo atmosfere znotraj embalaže z željeno kombinacijo plinov ali z dodatki, ki vežejo kisik, ogljikov dioksid, etilen in vodno paro. Absorbenti etilena zavirajo hitrost staranja pri nekaterih vrstah sadja, medtem ko absorbenti ogljikovega dioksida preprečujejo povišanje ogljikovega dioksida nad dovoljeno mero. Tako pakiranje doseže zmanjšanje procesov respiracije, zmanjšajo se oksidativni procesi in hitrost nastajanja etilena, kar vodi k podaljšanju obstojnosti izdelka (Vujković in sod., 2007).

2.2.3.1 Vpliv modificirane atmosfere na mikrobiološke in senzorične lastnosti izdelka

Tehnika pakiranja v modificirano atmosfero vključuje pakiranje izdelkov v slabo propustne ali nepropustne filme z ustrežno mešanico plinov in toplotno zatesnitvijo embalaže. Plini, ki jih uporabljamo pri pakiranju v modificirano atmosfero morajo biti fungicidni, negorljivi, netoksični in brez vpliva na senzorične lastnosti izdelka. Morajo se dobro razpršiti, biti lahko dosegljivi in poceni (Vujković in sod., 2007).

Običajno uporabljeni plini za pakiranje so dušik, kisik in ogljikov dioksid, kljub temu da je bilo raziskanih še nekaj drugih plinov, kot so: ogljikov monoksid, žveplov dioksid, dušikov monoksid, ozon in klor. Vendar je uporaba teh plinov omejena zaradi varnostnih razlogov, zakonodaje, negativnih vplivov na senzorične lastnosti in stroškov (Gašperlin, 1995).

Priporočene mešanice plinov za pakiranje nekaterih vrst živil so podane v preglednici 1.

Dušik je inertni plin brez učinka na hrano, nima protimikrobnih lastnosti, je slabo topen v vodi in maščobi. Uporabljamo ga za nadomestitev kisika, ker preprečuje žarkost živil. Služi tudi kot polnilni plin, ki prepreči kolaps embalaže, v katero so pakirana živila, ki absorbirajo CO₂ (Smith in sod., 1992).

Kisik je potrebno običajno iz embalaže odstraniti, razen, če njegova prisotnost pomeni eno izmed treh naslednjih funkcij:

- lahko se uporabi pri pakiranju rdečega mesa, za ohranitev barve svežega rdečega mesa,
- v nizkih koncentracijah v embalaži za dihanje sadja in zelenjave,
- za preprečitev anaerobnih razmer in s tem omejitev rasti škodljivih anaerobnih bakterij, npr. vrste *Clostridium botulinum*.

Preglednica 1: Priporočene mešanice plinov za pakiranje nekaterih vrst živil v modificirano atmosfero (Smith in Day, 2003)

živilo	CO ₂ [%]	O ₂ [%]	N ₂ [%]
sveže rdeče meso	30	70	
sveža perutnina	30		70
toplotno obdelano meso	30		70
toplotno obdelana perutnina in perutninski izdelki	30		70
pripravljene jedi in ohlajeni pripravljene proizvodi	30		70
pekovski izdelki	50		50
solatni prelive, margarina, jogurti izdelki, kreme,...			100
suhi izdelki			100
sestavljena živila (pite, pice, izdelki iz testa,...)	30		70
kuhani zelenjavni izdelki in zelenjavne omake	30		70
pijače			100
sveže sadje in zelenjava	5	5	90

Ogljikov dioksid je najpomembnejši plin, ker je bakteriostatičen in fungistatičen, torej inhibitor rasti bakterij in plesni. Je zelo dobro topen v vodi in maščobah. Njegova topnost zniža pH, kar se odraža v rahli spremembi okusa. Če ga hrana absorbira, lahko pride do kolapsa embalaže (Smith in sod., 1992).

Protimikrobne lastnosti CO₂

Ogljikov dioksid ima močan inhibitorski učinek na rast bakterij, vendar natančen potek mehanizma zaviranja rasti še ni povsem raziskan. Zavira rast gramnegativnih bakterij, aerobnih kvarljivcev kot so npr. bakterije rodu *Pseudomonas*. CO₂ ne zavira rasti vseh mikroorganizmov. Rast mlečnokislinskih bakterij je lahko povečana ob prisotnosti CO₂. Na kvasovke nima velikega vpliva. Inhibitorski učinek CO₂ je povečan pri temperaturah nižjih od 4 °C, ker se poveča topnost v vodi (179,7 ml na 100 ml vode pri 0 °C). Pri pakiranju v modificirani atmosferi se lahko uporablja v najširšem koncentracijskem območju (0 do 100 %). Absorpcija CO₂ v izdelek je močno odvisna od vsebnosti vlage in maščobe v izdelku. Pri izdelkih, ki vsebujejo zelo veliko vlage oziroma maščobe, kot so na primer perutnina in morska hrana, lahko pride do fenomena, ki ga imenujemo kolaps embalaže. To je še posebej nevarno pri nizkih temperaturah, ker je CO₂ bolj topen. Visoka koncentracija CO₂ lahko pripelje do diskoloracij in močnega okusa po kislem, ki pa hitro izgine, ko embalažo odpremo. Nekateri izdelki, kot na primer smetana, so zelo občutljivi na visoke koncentracije CO₂. CO₂ prehaja skozi embalažo 30 krat hitreje kot drugi plini, ki se uporabljajo pri pakiranju v modificirani atmosferi (Parry, 1998; Robertson, 2006).

Mehanizem protimikrobnega delovanja CO₂ je zelo kompleksen, lahko pa izpostavimo nekatere dobro proučene učinke (Dixon in Kell, 1989; Smith s sod., 1992; Garbutt, 1997):

- znižuje vrednost pH v notranjosti celice, ruši celično pH – homeostazo in posredno povzroča fiziološke poškodbe, ki so posledica znižanja znotrajcelične pH vrednosti,
- zavira encimsko katalizirane reakcije znotraj celice,
- zavira sintezo encimov,

- povzroča spremembe lipidov celične membrane,
- vpliva na selektivno prepustnost celične membrane, kar prepreči njeno normalno funkcioniranje.

2.2.3.2 Dejavniki, ki vplivajo na protimikrobni učinek ogljikovega dioksida

Glavni dejavniki, ki vplivajo na protimikrobni učinek CO₂ so:

- vrsta in število mikroorganizmov,
- koncentracija CO₂,
- temperatura,
- prepustnost embalažnega filma.

Vrsta in število mikroorganizmov

Vrsta in število prisotnih mikroorganizmov v hrani vplivajo na protimikrobno učinkovitost CO₂, kajti mikroorganizmi se razlikujejo po občutljivosti na CO₂. CO₂ je najučinkovitejši proti aerobnim rodovom kot so *Pseudomonas*, *Acinetobacter*, *Moraxella*, ki jih najdemo v mesu, ribah in perutnini. Inhibirani so že ob nizkih koncentracijah CO₂.

Proti ostalim mikroorganizmom ima CO₂ majhen inhibitorni vpliv ali ga sploh nima. Zelo majhen vpliv so ugotovili pri mikroaerofilnih mlečnokislinskih bakterijah in pri fakultativnih mikroorganizmih, na primer družina Enterobacteriaceae. Anaerobne bakterije, kot so *Clostridium botulinum* in *Clostridium perfringens* niso prizadete zaradi prisotnosti CO₂. Tako obstaja velika verjetnost obolenja, če so te bakterije prisotne v hrani pakirani v modificirani atmosferi, še zlasti, če hrana ni skladiščena pri primerni temperaturi.

Na inhibitorni učinek CO₂ vpliva tudi faza rasti mikrobne populacije. Ugotovili so, da kakor hitro rast preide iz faze lag v logaritemsko fazo rasti, se inhibitorški učinek CO₂ zmanjša. Zato je pomembno, da se živilo takoj po proizvodnji zapakira v modificirano atmosfero in se tako upočasni razvoj kvarljivcev (Smith in sod., 1992).

Vpliv koncentracije CO₂

Na aerobne bakterije inhibitorno vpliva dodatek majhnih koncentracij ogljikovega dioksida. Po Gouldu (1996) so bakterije rodu *Pseudomonas* inhibirane že pri dodatku 5 % CO₂. Optimalna koncentracija za inhibicijo aerobnih kvarljivcev je 40-60 % CO₂. Plesni, ki za rast ravno tako potrebujejo kisik, so tudi inhibirane pri nižjih koncentracijah CO₂. Nekatere plesni, kot so *Aspergillus*, *Rhizopus* in *Cladosporium* so popolnoma inhibirane z dodatkom 5-10 % CO₂ pri 1 °C; večina plesni pa je inhibirana pri 20-50 % koncentraciji CO₂.

Za večino živilskih izdelkov, z izjemo sadja in zelenjave, je minimalni dodatek CO₂ 20-30 % na enoto izdelka, da se inhibira aerobne mikroorganizme in se podaljša obstojnost (Smith in sod., 1992).

Za razliko od aerobnih mikroorganizmov, pa mlečnokislinske bakterije in kvasovke lahko rastejo tudi v atmosferi, kjer je 100 % CO₂ in celo pod povečanim tlakom tega plina (Gould, 1996)

Vendar je potrebno poudariti, da previsoke koncentracije ogljikovega dioksida lahko negativno vplivajo na senzorično kakovost (Smith in sod., 1992).

Vpliv temperature

Temperatura je dejavnik, ki določa protimikrobno učinkovitost ogljikovega dioksida. To se pripisuje boljši topnosti CO₂ v vodni fazi proizvoda pri nižji temperaturi, kar ima za posledico spremembo intracelularnega pH-ja in encimske aktivnosti mikroorganizmov. Vsako zmanjšanje roka uporabnosti oziroma kvar živila pri višji temperaturi skladiščenja je rezultat slabše topnosti CO₂ v vodni fazi proizvoda. Pakiranje v modificirani atmosferi ne sme biti nadomestilo za neprimerno temperaturo skladiščenja, ker ta tehnologija le zavira kvar živila, ne pa tudi popolnoma prekine. Predvsem je temperatura skladiščenja pomembna zaradi varnosti živila. Ob pakiranju v modificirani atmosferi in neprimerni temperaturi lahko pride do rasti tehnoloških kvarljivcev in patogenih bakterij. Minimalna temperatura za razvoj bakterij rodu *Salmonella* in vrste *Echerichia coli*, ki so jih določali v mesu, pakiranem v nizko in visoko prepustnem filmu, je 12,5 °C (Smith in sod., 1992).

Bakterije vrste *Staphylococcus aureus* lahko rastejo in proizvajajo enterotoksine v aerobnih razmerah pri 10 °C. To je bila minimalna temperatura, pri kateri so zabeležili nastajanje enterotoksinov. Primerno hlajenje je torej zelo pomembno za protimikrobno učinkovitost ogljikovega dioksida in za preprečevanje rasti patogenih mikroorganizmov (Smith in sod., 1992).

Prepustnost embalažnega filma za pline

Prepustnost ima največji vpliv na protimikrobno delovanje CO₂. Uspeh oziroma neuspeh pakiranja hrane v modificirani atmosferi je odvisen od neprepustnosti embalažnega filma tako za kisik kot tudi za ogljikov dioksid, zato da se lahko vzdržuje primerna mešanica plinov v embalaži. Poleg tega morajo imeti materiali nizko propustnost za vodno paro, kar prepreči izgubo oz. naraščanje vlage. Polimeri, ki se običajno uporabljajo za pakiranje hrane v mešanici plinov, so: poliester (najlon), polipropilen (PP), polivinilidenklorid (PVDC), etilenvinil alkohol (EVOH) in polietilen (PE). Ker so vse zahtevane karakteristike pakirnega filma, kot so trdnost, neprepustnost in toplotno zatesnenje, redko najdene samo pri enem polimeru, se polimeri kombinirajo med seboj, da pridobimo film (imenujemo ga laminat), ki ima vse zahtevane lastnosti za pakiranje v plinski mešanici tako za nerespiratorno kot za respiratorno hrano. Primeri laminatov za pakiranje nerespiratornih živil in njihove prepustnosti za kisik, ogljikov dioksid in dušik so podani v preglednici 2 (Smith in sod., 1992).

Preglednica 2: Primeri laminatnih filmov uporabljenih pri pakiranju hrane v modificirani atmosferi (Smith in sod., 1992)

vrsta laminata	razdalja (mikroni)	prepustnost (cm ³ /m ² /24 h/1 atm)		
		O ₂	CO ₂	N ₂
PET/PVd/PE	12/3/50	8-10	30	8
UPVC/LPDE	400/75	15	30	4
najlon/PVd/PE	60/5/100	9	34	2,5
PVDC prekrit s PET/PE	15/60	2-4	ni podatka	ni podatka
UPVC/PE	400/75	15	ni podatka	ni podatka
najlon/EVAL/Najlon/PE	25/10/25/100	5	20	1

2.2.3.3 Prednosti in slabosti pakiranja v modificirani atmosferi (Parry, 1998):

a) Prednosti:

- dober vpogled v embalažo, da kupec točno vidi kaj kupi,
- higienska embalaža, brez raznih priokusov,
- zelo malo ali brez kemijskih konzervansov,
- zmanjšani so stroški distribucije,
- natančna kontrola pakiranja in kontrola porcioniranja,
- podaljšana trajnost,
- manjši energijski stroški, povezani z zamrzovanjem.

b) Slabosti:

- oprema za plinsko pakiranje je zelo draga,
- visoki stroški mešanice plinov in embalažnih materialov,
- visoki stroški analitske opreme,
- visoki stroški zagotavljanja pravilne distribucije (da ne pride do preluknjanja embalaže ali kakšne druge poškodbe embalaže),
- potencialna nevarnost za rast patogenih mikroorganizmov v hrani, ob hranjenju na previsoki temperaturi,
- sistem modificirane atmosfere se poruši takoj, ko se embalaža odpre ali preluknja,
- nastanek kislih vonjev, zaradi raztapljanja CO₂ v proizvodu,
- izpad teže izdelka,
- kolaps embalaže ob uporabi 100 % CO₂.

2.3 SKLADIŠČENJE IN OBSTOJNOST SENDVIČEV

2.3.1 Splošno o skladiščanju živil

S skladiščenjem želimo podaljšati obstojnost živil, tako da na njih preprečimo neželene biološke, kemijske in fizikalne spremembe. Priporočljiva so skladišča, v katerih lahko uravnavamo temperaturo, jih lahko zračimo in uravnavamo vlažnost. Shranjujemo le

zdrava živila ter pri razvrščanju upoštevamo kroženje ali rotacijo živil; praviloma najprej porabimo tista živila, ki jih dalj časa skladiščimo. Nagnite plodove in pokvarjena živila sproti odstranjujemo. V skladiščih ne smemo dalj časa zadrževati prazne embalaže ter čistilnih sredstev; preprečiti moramo dostop škodljivcem, mrčesu in glodalcem ter po potrebi redno izvajati deratizacijo. Poleg vodenja evidence vrste in količine skladiščenih živil je izredno pomembno za ohranjanje kakovosti živil redno kroženje blaga ter vzdrževanje reda in čistoče (Kodele in Suwa-Stanojević, 2003).

Čas skladiščenja je odvisen od vrste in oblike živila (sveže ali predelano). Rok uporabe je odvisen od sestave živil, načina pakiranja ter razmer skladiščenja. Proizvajalec zagotavlja kakovost živila za določen čas, ki ga označi kot datum, do katerega je živilo uporabno. Po datumu, do katerega proizvajalec zagotavlja kakovost živila, lahko nastopijo neželene fizikalne, biokemijske in mikrobiološke spremembe na živilih (Kodele in sod., 1997).

2.3.2 Obstočnost sendvičev

Obstočnost živil je po dokumentu Codex Alimentarius definirana kot obdobje, v katerem je živilo mikrobiološko varno in primerno za uživanje pri določeni temperaturi in specifičnih razmerah skladiščenja (Food safety..., 2005).

Sendviči so živilo, ki so v veliki meri podvrženi kvarjenju, zato je v pripravi potrebno nameniti veliko pozornost higieni. Kontrolo je potrebno nameniti tudi vhodnim surovinam, temperaturi izdelave, opremi za pripravo in temperaturi skladiščenja. Na obstočnost sendvičev prav tako vplivajo naslednji parametri:

- intrinzični ali notranji,
- procesni,
- ekstrinzični ali zunanji in
- implicitni.

2.3.2.1 Intrinzični parametri

Intrinzični parametri ali notranji parametri rasti mikroorganizmov se nanašajo na živilo kot ekološko sredino mikroorganizmov. Najpomembnejši fizikalno-kemijski dejavniki, ki jih določa živilo s svojo sestavo in strukturo in vplivajo na mikroorganizme v živilih, so naslednji (Smole Možina in Bem, 2003):

- termodinamska aktivnost vode (a_w),
- vrednost pH in puferska kapaciteta živila,
- oksido-redukcijski potencial (Eh),
- hranilni sestav,
- prisotnost protimikrobnih snovi,
- mikro- in makrostrukturne lastnosti živila.

vrednost a_w živila

Voda je nujno potrebna vsem živim bitjem. Vrednost a_w je poleg temperature najpomembnejši fizikalni dejavnik, ki vpliva na metabolizem in rast mikroorganizmov. Odvisna je od vsebnosti vode v živilu, pa tudi od drugih vplivov, na primer načina vezave vode ter koncentracije vodotopnih in nevodotopnih snovi v živilu. Zato a_w ni enaka v različnih živilih z istim deležem vode (Smole Možina in Bem, 2003).

Termodinamska aktivnost vode, a_w , je parameter, ki nam pomaga razumeti prehajanje vode iz okolja v citoplazmo ali iz citoplazme v okolje. Vrednost a_w substrata izrazimo kot razmerje med parnim tlakom raztopine oz. snovi (živila), P , in parnim tlakom topila, vode, P_0 , pri isti temperaturi: $a_w = P/P_0$ (Adams in Moss, 2000).

Termodinamska aktivnost vode selektivno vpliva na rast mikroorganizmov in na sestavo mikrobne asociacije v živilu. Večina mikroorganizmov se razvija v živilih z a_w vrednostmi med 0,85 in 1,0. Med vodotopnimi sestavinami ima resnejši vpliv na a_w le kuhinjska sol (NaCl), ki pa v sprejemljivih koncentracijah ne more zaščititi izdelka pred kvarom. Toleranca mikroorganizmov na NaCl je zelo različna. Gramnegativne paličaste in psihrofilne bakterije inhibira od 4 do 10 % soli, mlečnokislinske bakterije od 4 do 15 % in sporogene bakterije od 5 do 15 % (Lindroth in sod., 1985)

vrednost pH in pufirska kapaciteta živila

Koncentracija vodikovih ionov oz. vrednost pH živila močno vpliva na izbor mikroorganizmov, ki bodo v živilu našli ugodno okolje za svojo rast. Večina živil rastlinskega izvora in tudi mnoga, predvsem fermentirana živila živalskega izvora so rahlo do zmerno kislila zaradi naravno prisotnih kislin, njihovega dodajanja ali pa fermentacije (Smole Možina in Bem, 2003). Kislost ali bazičnost okolja ima velik vpliv na aktivnost in stabilnost makromolekul, npr. encimov, zato ni presenetljivo, da sta rast in metabolizem mikroorganizmov odvisna od vrednosti pH (Adams in Moss, 2000).

Bakterije bolje rastejo v območju pH 6,0-8,0, plesni v območju 4,5-6,0 in filamentozne glive v območju 3,5-4,0. Obstajajo seveda tudi izjeme, v glavnem med bakterijami, ki proizvajajo večje količine kisline. Takšne bakterije, pomembne v živilstvu, so mlečnokislinske bakterije in očetnokislinske bakterije, ki živijo v območju pH med 5,0 in 6,0 (Adams in Moss, 2000).

Na splošno so spremembe vrednosti pH živil zaradi mikrobne aktivnosti manjše v živilih živalskega kot pa rastlinskega izvora, zaradi večje pufirske kapacitete, h kateri prispeva predvsem večja vsebnost beljakovin (Smole Možina in Bem, 2003).

Oksido-redukcijski potencial (Eh)

Oksido-redukcijski potencial živila je merilo njegove oksidiranosti/reduciranosti oziroma sposobnosti sprejemanja elektronov (redukcije) oz. njihovega oddajanja, t.j. oksidacije nekega medija. Pri tem nastaja razlika v oksido-redukcijskem potencialu, ki je merljiv v

milivoltih (mV) in ga označujemo kot vrednost Eh. Oksidirani mediji imajo pozitiven, reducirani pa negativen redoks potencial (Smole Možina in Bem, 2003).

Redoks potencial je močno povezan s skladiščno atmosfero. Z vnašanjem zraka v živilo v procesu priprave (rezanje, mletje, sekljanje,...) se povečuje Eh živila. Z ustrezno izbiro pakiranja, npr. vakuumsko pakiranje ali konzerviranje pa zrak izženemo iz živila in tako znižamo vrednost Eh.

Znižanje redoks potenciala povzroča tudi rast mikroorganizmov, ker porabljajo kisik in izločajo reducirajoče komponente, kot je vodik (Adams in Moss, 2000).

Hranilni sestav živila

Večina mikroorganizmov nima velikih zahtev po hranilnih snoveh. Živila živalskega izvora so običajno dober vir vseh petih glavnih skupin hranil, ki jih mikroorganizmi potrebujejo za rast (ogljikovi hidrati, proteini, lipidi, vitamini, minerali). Hranila morajo biti na razpolago v uporabni obliki oz. morajo mikroorganizmi sintetizirati hidrolitične encime, s katerimi lahko razgradijo makromolekularne sestavine živil, preden jih lahko transportirajo v mikrobne celice kot vir hrane. Delna razgradnja makromolekul z aktivnostjo določenih mikrobnih vrst omogoči rast drugih (Smole Možina in Bem, 2003).

Sendviči so mikroorganizmom bogat vir hranilnih snovi, zato omogočajo njihovo hitro rast in tako zmanjšajo obstojnost izdelka.

Protimikrobne sestavine

Protimikrobne sestavine živil zavirajo rast mikroorganizmov v živilih. Lahko so naravne sestavine živil (rastlinskega, živalskega ali mikrobnega izvora), nekatere pa lahko v živila dodajamo, da podaljšujemo njihovo obstojnost in zagotovimo varnost.

Živila živalskega izvora vsebujejo številne snovi s protimikrobnim delovanjem, na primer laktoperoksidazni sistem in laktoferin v mleku, lizocim, ovomukoid in druge v jajcih, številni imunoproteini v mesu in druge. Rastlinska tkiva vsebujejo konstitutivne sisteme s protimikrobnim delovanjem, kot so številna eterična olja, tanini, glikozidi itd., in inducibilne sisteme, kot so fitoaleksini in makromolekularni polifenoli v poškodovanih rastlinskih tkivih. Med proizvodnjo, predelavo in skladiščenjem hrane lahko nastajajo nove snovi s protimikrobnim delovanjem. Najbolj znani so produkti mlečnokislinskih bakterij, predvsem mlečna in očetna kislina, dodatno pa tudi vodikov peroksid, ogljikov dioksid, diacetil in bakteriocini, ki so toksični za druge, predvsem sorodne vrste mikroorganizmov.

Poleg naravno prisotnih protimikrobnih sestavin živil, se za ohranjanje podaljšane obstojnosti živil poslužujemo kemijskih dodatkov oz. konzervansov. Med dodatke živilom, ki imajo največji praktični pomen za inhibicijo mikroorganizmov v živilih, prištevamo kuhinjsko sol oz. NaCl, nitritno sol oz. NaNO₂, nekatere začimbe (česen, čebula, cimet, sušeni klinčki, timijan, origano,...), polifosfate in šibke organske kisline (citronska, mlečna, očetna, propanojska, benzojska, sorbinska) ter njihove soli ali estre (Smole Možina in Bem, 2003).

2.3.2.2 Ekstrinzični parametri

Ekstrinzični ali zunanji parametri so parametri, ki so odvisni od okolja, v katerem se živilo nahaja (Smole Možina, 2003).

Med ekstrinzične parametre rasti mikroorganizmov v živilih spadajo (Adams in Moss, 2000):

- relativna vlažnost,
- temperatura,
- sestava atmosfere.

Relativna vlažnost

Relativna vlažnost je v tesni povezavi s termodinamsko aktivnostjo vode. Če je vrednost a_w živila nizka, mora biti to shranjeno v okolju z nizko relativno vlažnostjo. Pomembni sta tudi temperatura živila in okolja. Velik problem predstavlja kondenzacija vode na površini izdelkov, ki omogoča kaljenje bakterijskih spor. Ko začnejo enkrat mikroorganizmi rasti in postanejo fiziološko aktivni, začnejo proizvajati vodo, ki je produkt njihove respiracije in tako je še povečana vlažnost površine izdelka, s tem pa so ustvarjeni pogoji za kvar (Adams in Moss, 2000).

Temperatura

Temperatura je eden od dejavnikov, ki vpliva v živilu na porast števila oziroma preživetje mikroorganizmov, kot so bakterije in njihovi presnovki, paraziti.

Živila, ki potrebujejo tekom živilske verige kontrolirano temperaturno okolje, imenujemo potencialno nevarna živila (higiensko občutljiva živila), kajti z neustrezno temperaturo podpiramo porast in preživetje morebitno prisotnih zdravju škodljivih mikroorganizmov kot tudi mikroorganizmov, ki vplivajo na senzorične lastnosti živila (Zavod za zdravstveno varstvo..., 2008).

Uporaba nizkih temperatur oz. hlajenje in zamrzovanje je še vedno najbolj uporaben način zaviranja mikrobnih in endogenih encimskih procesov v živilih. Prav tako je toplotna obdelava (pasterizacija ali apertizacija) še vedno najpogostejši način uničevanja mikroorganizmov v živilih in s tem podaljšanja obstojnosti in zagotavljanja mikrobiološke varnosti živil.

Mikroorganizmi se na splošno razmnožujejo v zelo širokem temperaturnem območju (-15-80 °C), kar je rezultat njihove izredne prilagodljivosti. Temperaturno območje rasti določajo tri temperature: minimalna, optimalna, maksimalna. Hitrost rasti mikroorganizmov je pogojena s hitrostjo encimskih reakcij. Po dvigu temperature nad optimalno hitrost rasti hitro pada zaradi denaturacije celičnih organel, predvsem membran. Na temperaturno območje rasti izredno močno vplivajo ostali okoljski dejavniki, na primer vrednost pH, vrednost a_w , prisotnost kisika, sestava gojišča ipd. (Smole Možina in Bem, 2003).

Sestava atmosfere

Poleg temperature je parcialni tlak plinov oziroma sestava atmosfere zelo pomemben dejavnik rasti mikroorganizmov živil. Pri tem gre bodisi za sestavo plinov proizvodnega oziroma skladiščnega prostora ali pa embalažne enote (Smole Možina in Bem, 2003).

V običajni atmosferi je najpomembnejši plin, ki omogoča rast mikroorganizmov, kisik. V spremenjeni atmosferi (MAP) pa ima glavno vlogo ogljikov dioksid. Ta v večini primerov inhibira rast mikrobov. Na njegovo prisotnost so najbolj občutljivejši plesni in gramnegativne bakterije. Grampozitivne bakterije, zlasti laktobacili, so najbolj odporni na CO₂. Nekatere vrste kvasovk, kot je na primer *Brettanomyces* spp. tudi prenašajo visok delež CO₂. Inhibicija rasti je običajno večja v aerobnih kot v anaerobnih razmerah. Ob znižanju temperature se inhibični učinek še poveča, verjetno zaradi večje topnosti CO₂ pri nižjih temperaturah. Ogljikov dioksid običajno deluje na mikroorganizme bakteriostatično, v nekaterih primerih (ob daljši izpostavljenosti mikroorganizmov CO₂) pa povzroči njihovo smrt (Adams in Moss, 2000).

2.3.2.3 Implicitni parametri

Implicitni parametri so tisti, ki se nanašajo na sestavo mikrobne asociacije v živilu in na medsebojno delovanje posameznih predstavnikov mikrobne asociacije. V smislu mikrobnih interakcij so najpomembnejši naslednji dejavniki (Smole Možina in Bem, 2003):

- sestava prisotne mikrobne združbe,
- način rasti (dolžina faze lag in specifična hitrost rasti prisotnih mikroorganizmov),
- sinergistični učinki,
- antagonistični učinki.

Sinergistični učinki

Sinergizem je posebna oblika pozitivnih mikrobnih interakcij, kjer ena mikrobna vrsta omogoči oz. pospešuje rast druge vrste. Primer sinergističnega odnosa med mikroorganizmi je zagotavljanje nujnih hranil oz. rastnih dejavnikov, kot so vitamini in aminokisliline.

Antagonistični učinki

Antagonizem je v nasprotju s sinergizmom oblika negativnih mikrobnih interakcij, kjer ena mikrobna vrsta onemogoča ali vsaj zavira rast druge vrste. Mehanizmi delovanja so lahko različni, najpomembnejša pa je mikrobiološka sinteza snovi s protimikrobnim delovanjem: sinteza mlečne in drugih kislin mlečnokislinskih bakterij, sinteza snovi s protimikrobnim delovanjem, kot so vodikov peroksid, ogljikov dioksid, diacetil in bakteriocini.

Antagonistične interakcije mikroorganizmov v živilih so pomembne za ohranjanje podaljšane obstojnosti in varnosti živil (Smole Možina in Bem, 2003).

2.4 MIKROBIOLOŠKA KAKOVOST SENDVIČEV

Za zagotavljanje mikrobiološke kakovosti sendvičev je potrebno izvajati kontrolo od proizvodnje pa vse do prodaje sendvičev. Vse sestavine sendvičev morajo biti dobre kakovosti in pravilno skladiščene. Prav tako morata biti ustrezni temperatura skladiščenja proizvodov in higienska praksa (Williamson in sod., 2000).

Kvarjenje živil postaja velik problem, saj poleg vedno večje proizvodnje, potrošniki zahtevajo vedno milejšo obdelavo živil. Kvarjenje živil kot rezultat mikrobne aktivnosti je odvisno od mikrobne populacije, ki se razvije v živilu. Le-ta pa je odvisna od različnih notranjih (vodna aktivnost, redoks potencial, pH, hranila, protimikrobne snovi) in zunanjih dejavnikov (temperatura, vlaga, sestava plinske faze). Zato je poleg teh osnovnih znanj pomembno in koristno identificirati mikroorganizme, katerim razmere v živilu omogočajo rast in razmnoževanje. Za preprečevanje kvara se lahko spremeni razmere v proizvodnji in/ali pri skladiščenju oziroma prepreči neželenim mikroorganizmom, da vstopijo v proizvodno verigo. S tem je povezana najprej identifikacija kvarljivcev, nato pa ugotavljanje poti kontaminacije in izvora kvarljivcev (Jeršek, 2005).

2.4.1 Kvarljivci

Sendviči so zaradi svoje sestave oziroma zaradi kombinacije različnih komponent (kruh, sveže in toplotno obdelane sestavine, jajca, mlečni izdelki,...) idealen medij za razvoj raznolike mikrobne populacije. Različni avtorji (Williamson in sod., 2000; Little in sod. 2001; Fang in sod., 2002; Murcia in sod., 2003) so opisali preiskave za naslednje skupine mikroorganizmov: skupno št. MO, koliformne bakterije, *Enterobacteriaceae*, *E. coli*, *B. cereus*, *S. aureus*, *Pseudomonas* spp., *Salmonella* spp., *Listeria* spp.. Poleg teh so pomembni kvarljivci tudi kvasovke in plesni.

2.4.1.1 Skupno število aerobnih mezofilnih mikroorganizmov

Skupno število aerobnih mezofilnih mikroorganizmov je osnovni pokazatelj higienskega stanja izdelka. V prvi fazi določanja mikrobiološke ustreznosti živila nas ta parameter najbolj zanima, saj želimo vedeti, kako se je z živilom ravnalo od pridelave osnovnih surovin, preko postopkov predelave, pa vse do skladiščenja.

2.4.1.2 Skupno število kvasovk in plesni

Kvasovke

Kvasovke so pomembna skupina mikrobnih povzročiteljev kvara številnih živil. Glavni razlog za to je njihova relativno dobra odpornost na raznolike razmere, ki jih živila ustvarjajo s svojimi fizikalno-kemijskimi, strukturnimi in drugimi lastnostmi. Številni rodovi kvasovk dobro prenašajo nizke vrednosti pH in a_w . Lahko se razmnožujejo v razmerah, ki velikemu številu bakterijskih rodov ne omogočajo več rasti. Kot osnovni vir hrane običajno izkoriščajo sladkorje, nekatere pa tudi kompleksne ogljikove hidrate.

Številne vrste kvasovk sintetizirajo proteolitične in lipolitične encime, ki lahko razgradijo številne substrate. Tako lahko razgradijo tudi proteine in maščobe, ki jih vsebuje cvrt piščančji file. Kvasovke vrste *Candida lipolytica* imajo močne lipaze, s katerimi lahko hidrolizirajo maščobe v živilih (Walker, 1977).

Ker so kvasovke zelo odporne na sončno svetlobo in izsuševanje, so v naravi zelo razširjene. Zgrajene so preprosteje kot plesni. So enocelični organizmi, ki včasih tvorijo psevdomicelije, lahko tudi pravi micelij. Celice so okrogle, ovalne, podolgovate, hruškaste, v psevdomicelijah pa pogosto cilindrične oblike. Značilen način razmnoževanja je brstenje, ki je lahko polarno, bipolarno ali multipolarno. Nekatere kvasovke tvorijo spolne spore. V notranjosti celic je mogoče v nativnih preparatih videti vakuole, v barvnih pa jedra, metakromatske granule in spore. Lahko rastejo v visokem odstotku etanola do 18 %, nekatere tudi ob prisotnosti 50-60 % saharoze. Nekatere tvorijo karotenoidna ali celo melanoidinska barvila (Adamič in sod., 2003).

Skoraj vse vrste kvasovk lahko uspevajo v širokem območju vrednosti pH. Kvasovke hitro rastejo pri vrednosti pH 7-8, včasih tudi višji vrednosti, optimalna vrednost pH pa je od 4,5-6,5. Živila, v katerih kvasovke ponavadi igrajo glavno vlogo kvarljivcev, imajo vrednost pH 5,5 ali nižjo. Minimalno vrednost pH za rast kvasovk je težko ugotoviti, ker na to odločilno vplivajo vrsta uporabljene kisline in druge substance, kot sta sol in sladkor (Thomas in Davenport, 1985).

Plesni

Na vrsto mikrobnega kvara močno vplivajo že sestavine živila. Od vseh mikrobnih kvarljivcev živil so plesni najbolj razširjene in povzročajo največ gospodarske škode. Ker so v svoji prehrani malo zahtevne, rastejo na zelo različnih snoveh, kot so les, usnje, papir, tekstil. Skoraj ni živila, razen konzerv, ki ga plesni ne bi kontaminirale. Ker nimajo asimilacijskih barvil, ne morejo asimilirati CO₂ in so vezane na organski ogljik v obliki sladkorjev, škroba, celuloze, maščob in beljakovin. So saharoliti, proteoliti in lipoliti. Plesni potrebujejo za rast veliko kisika in zato rastejo na površini. Kljub temu, da za rast potrebujejo O₂, se lahko razmnožujejo že pri 3 % do 4 % O₂ v atmosferi. Najbolje rastejo v kislem območju pH, vendar kontaminacija s plesnimi ni omejena le na kislila živila. Optimalno temperaturno območje za njihov razvoj je od 20° C do 25° C. Meje rasti plesni so od 0° C do 40° C. Tudi glede vlage so plesni manj zahtevne kot bakterije in uspevajo v območju a_w vrednosti od 0,80 do 0,99. Plesnivost vedno spremljajo poleg organskih metabolitov še spremembe senzoričnih lastnosti: tvorba barvil, zatohel vonj in okus (Pokorn, 1990).

2.4.1.3 Mlečnokislinske bakterije

Mlečnokislinske bakterije so ena najpomembnejših skupin bakterij v živilih nasploh. To je netaksonomska skupina grampozitivnih, nesporogenih bakterij, ki pripadajo različnim rodovom, njihova skupna lastnost pa je mlečnokislinska fermentacija sladkorjev. Pri homofermentativnih mlečnokislinskih bakterijah je mlečna kislina edini proizvod

fermentacije, pri heterofermentativnih vrstah nastajajo še drugi proizvodi, npr. očetna kislina, etanol in CO₂ (Garbutt, 1997).

Mlečnokislinske bakterije se v visokih koncentracijah nahajajo v fermentiranih živilih. Kot surovina za pripravo sendviča se uporabljata kislja smetana in skuta, zato so v sendvičih mlečnokislinske bakterije velikokrat prisotne. Najpogosteje zastopani rodovi so: *Lactobacillus*, *Leuconostoc*, *Pediococcus* in *Streptococcus*.

Rast večine mlečnokislinskih bakterij je neodvisna od koncentracije kisika, ker energijo pridobivajo s fermentacijo, vendar lahko rastejo v prisotnosti ali odsotnosti kisika. Prisotnost CO₂ v okolju, njihove rasti ne inhibira, nasprotno, zamenjava kisika s CO₂ pri živilih, pakiranih v modificirani atmosferi, poveča delež mlečnokislinskih bakterij in kvasovk glede na gramnegativne bakterije v mikrobnih združbi (Gould, 1996).

2.4.1.4 Psihrofilni mikroorganizmi

Psihrofilne bakterije so večinoma gramnegativne, prisotne v okolju kjer je optimalna temperatura rasti 15 °C. Minimalna temperatura za življenje psihrofilov je 0 °C, maksimalna temperatura pa 20 °C. Večina psihrofilov najdenih v živilih spada med naslednje rodove: *Aeromonas*, *Alcaligenes*, *Cytophaga*, *Flavobacterium*, *Pseudomonas*, *Serratia* in *Vibrio*. Grampozitivne psihrofilne bakterije so izolirali iz arktične vode, zemlje in hrane in pripadajo rodovom: *Arthrobacter*, *Bacillus*, *Clostridium* in *Micrococcus*. Identificirane so bile tudi psihrofilne kvasovke, plesni in alge. Rodovi kvasovk so: *Cryptococcus*, *Leucosporidium* in *Torulopsis* (Cousin in sod., 2001).

2.4.1.5 Bakterije rodu *Bacillus*

Bakterije rodu *Bacillus* so grampozitivne, ubikvitarne bakterije, prisotne v zemlji, zraku, vodi, rastlinah ter v človeških in živalskih iztrebkih. So aerobne ali fakultativno anaerobne paličice, ki oblikujejo endospore. So katalaza- in oksidaza-pozitivne. Fiziološke lastnosti so različne: nekatere so acidofilne, druge halotolerantne ali celo halofilne. Glede na temperaturno območje rasti so mezofilne, včasih psihrotrofne (tudi nekateri sevi patogene vrste *B. cereus*), nekatere vrste pa termofilne. Nizke vrednosti pH prenašajo zelo različno. Nekatere vrste se lahko razmnožujejo pri pH 4,0, druge vrste pa le do vrednosti pH 4,5 ali celo 4,9. Toplotna odpornost spor je različna. Slabša je pri mezofilnih vrstah. Zelo dobra je odpornost termofilnih vrst. Za oksidacijo organskih snovi bacili izkoriščajo molekularni kisik. V okolju, bogatem s kisikom, lahko popolnoma oksidirajo organske snovi. Kadar je dostop kisika omejen, zaradi nepopolne oksidacije nastajajo organske kisline.

Bakterije rodu *Bacillus* so znane po tem, da sintetizirajo številne izvencelične hidrolitične encime za razgradnjo polimernih molekul. Mnogi so saharolitični, proteolitični in/ali lipolitični. Zato so bacili pomembni kvarljivci živil. Mnoge mezofilne in tudi psihrotrofne vrste, zlasti *B. subtilis* in *B. licheniformis* povzročajo kvar beljakovinskih živil, npr. mesnih in mlečnih izdelkov, tudi toplotno obdelanih, saj spore preživijo toplotno obdelavo. Skrajšujejo rok uporabe mnogim živilom, nekatere vrste tudi s sintezo toplotno obstojnih

encimov, ki jih naknadna toplotna obdelava živila ne uniči. Primer so nekatere lipaze bacilov, ki lahko nastanejo že pred pasterizacijo in vplivajo na obstojnost pasteriziranega mleka.

Rod *Bacillus* vključuje tudi patogene vrste. Vrsta *B. anthracis* povzroča antraks, za prenos s hrano pa je najpomembnejša vrsta *B. cereus*, ki je povzročitelj alimentarnih toksikoinfekcij. Te bakterije sintetizirajo vrsto izvenceličnih metabolitov, vključno s toksini in drugimi virulenčnimi dejavniki.

Nekatere vrste rodu *Bacillus* so izjemno pomembni industrijski mikroorganizmi, ki jih uporabljajo za pridobivanje encimov (npr. *B. subtilis* – amilaze in proteaze, *B. megatherium* – glukozaizomeraze), antibiotikov (npr. Bacitracina) in insekticidov (vrstu *B. popilliae* in *B. thuringiensis*) (Adamič in sod., 2003).

2.5 SENZORIČNA KAKOVOST SENDVIČEV

2.5.1 Splošno o senzoričnih lastnostih živil

Senzorična analiza je znanstvena disciplina, ki vzbudi, meri, analizira in interpretira reakcije na tiste lastnosti živil, ki jih človek zazna s čuti, kot so okus, vonj, sluh in tip. Senzorično vrednotenje je osnova za oceno kakovosti in stabilnosti živila, kajti doslej ni bila razvita še nobena instrumentalna ali kemijska metoda, ki bi lahko nadomestila človeška čutila oz. receptorje. Instrumentalne in kemične metode merijo parametre, ki so razgradni produkti, vendar le senzorična analiza vključuje vse dejavnike v skupno zaznavo intenzivnosti arome ali v celotno kakovost ocenjevanega živila. Senzorična analiza pod določenimi kontroliranimi pogoji zagotovi natančno in zanesljivo oceno. Merilni instrument je človek, izšolan, izkušen ocenjevalec, da lahko daje ponovljive in primerljive rezultate (Warner in Eskin, 1995).

Senzorična analiza obsega niz različnih tehnik in načinov, ki:

- omogočajo natančno merjenje človekovega odziva na hrano,
- minimizirajo možne stranske učinke ocenjevanega izdelka
- ter minimizirajo zunanje učinke, ki vplivajo na preskuševalčevo oz. potrošnikovo zaznavo.

Cilj senzorične analize je definirati posamezne senzorične lastnosti ter zagotoviti pomembne in uporabne informacije različnim profilom živilske stroke, tako tistim, ki izdelek razvijajo, kot tudi tistim, ki imajo kot potrošniki možnost vplivati na senzorične lastnosti izdelka (Golob in sod., 2006)

S senzorično analizo lahko ugotovimo (Skvarča, 1999):

- stopnjo odličnosti senzoričnih lastnosti,
- stopnjo izraženosti posameznih specifičnih lastnosti (buket, videz, barva, aroma),
- stopnjo uglašenosti (harmonijo) med komponentami v enotno zaznavo jedi (aroma, tekstura) in podobno.

2.5.2 Senzorična zaznava

Senzorični receptorji so detektorji, ki nas informirajo o fizikalnih in kemijskih spremembah v našem okolju. Periferni receptorji so nevro-senzorične celice, ki se odzivajo na dražljaje in prenašajo električni impulz po živčnih vlaknih v centralni živčni sistem v ustrezno možgansko središče. Občutek ali recepcija je dejavnost receptorjev do specifičnih projekcijskih polj v možganskih središčih. Zaznava ali percepcija pa so posredovani procesi v možganih, ki jih neposredno sprožijo občutki.

Prevladuje mišljenje, da je zmogljivost človeka za občutke pri vseh ljudeh približno enaka, sposobnost za zaznavanje pa je privzgojena, šolana (Bučar, 1975).

Senzorično ocenjevanje lahko opravimo s pomočjo naslednjih tehnik ocenjevanja (Skvarča, 1999):

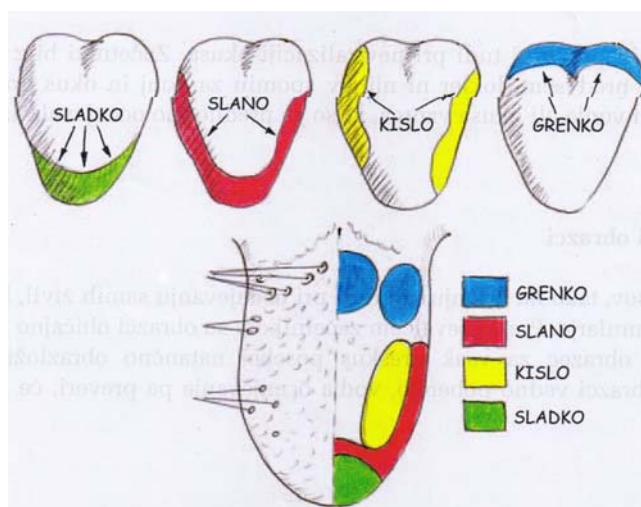
- Vizualna analiza (opazovanje). S čutom vida zaznamo v živilih: barvo, videz, agregatno stanje, obliko, velikost, bistrost-motnost, homogenost in drugo.
- Okušanje in vonjanje. Z receptorji okusa in vonja se ocenijo okus, vonj, aroma, občutek v ustih, tuji vonji, priokusi, napake, žarkost in drugo.
- Taktilna analiza (haptestezija in kinestezija, otipavanje, vrednotenje teksture). Z receptorji v koži, sluznici, sklepah in mišicah se ocenijo tekstura, mehkoča, sočnost, konzistenca, viskoznost, občutek v ustih, mastnost, gladkost, drobljivost, gumijavost in drugo.
- Poslušanje. Z receptorji sluha ocenimo zvoke živil, kot so hrustljivost, šumenje in drugo.

Občutek in zaznava vida

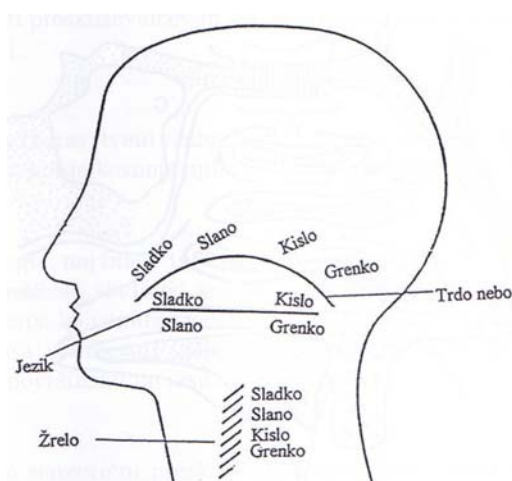
Vidne zaznave posreduje oko, ko sprejme svetlobne žarke, ki se odbijajo od predmetov in jih prenese preko zenice na mrežnico, kjer paličice in čepki pretvarjajo optično sliko v posebno dejavnost živčevja. Možgani živčne dražljaje zaznajo kot izgled in barvo predmetov (Meilgaard in sod, 2006).

Občutek in zaznava okusa

Recepcija okusa s kontaktom med kemično snovjo, raztopljeno v vodi in okušalnimi brbončicami na površini jezika, ust, žrela, mehkega neba (sliki 4 in 5). V tem se okus razlikuje od vonja, ki reagira zlasti s kemičnimi snovmi v obliki plinov. V brbončicah so nameščeni kemični receptorji in njihovi vršički so opremljeni z mikro resicami, ki pridejo v neposreden dotik s tekočino, ki pokriva površino jezika (Meilgaard in sod, 2006).



Slika 4: Glavna področja zaznave štirih osnovnih okusov na jeziku (Golob in sod., 2006)



Slika 5: Glavna področja zaznave štirih osnovnih okusov na jeziku, trdnem nebu in v žrelu (Golob in sod., 2006)

Občutek in zaznava vonja (olfakcija)

Specifične snovi, ki sodelujejo pri oblikovanju vonja so hlapne. Do olfaktornega aparata, oz. receptorjev lahko prispejo na dva načina:

- pri vonjanju živila z zračnim tokom skozi nosni odprtini,
- med razdevanjem živila se v ustni votlini sproščajo in med dihanjem z zračnim tokom skozi žrelo.

Olfaktorni sistem je slab razločevalec intenzivnosti vonja, je pa sočasno odličen razločevalec kakovosti vonja (Meilgaard in sod, 2006).

Taktilni občutek in zaznava

Mehanski receptorji ročne taktilne zaznave se nahajajo v koži, tkivih pod njo, sklepah, kitah, mišicah in pridejo v poštev le pri vrednotenju površinskih lastnosti živil. Vse zaznave v zvezi z lego roke, sklepov rok, silo, opisujemo z izrazom ročna kinestezija. Taktilni čutni organi v ustih pa so receptorji na jeziku, dlesnih, sluznici, nebu in okrog korenov zob, v sklepah, kitah in mišicah, ki sodelujejo pri žvečenju. Receptorji so opremljeni s terminalnimi filamenti, upogibanje ali natezanje teh filamentov razdraži receptor. Pri vrednotenju živil pride le do lahlega draženja, oralnega zaznavanja površinskih lastnosti živil, ki mu pravimo občutek v ustih (Meilgaard in sod, 2006).

Aroma

Živilo je sestavljeno precej kompleksno, saj so komponente živila povezane v razne fizikalno kemične komplekse. Fiziološke in anatomske značilnosti ter kompleksna sestava živila med okušanjem v ustih pogojujejo posebno zaznavo, ki je interakcija med zaznavo vonja, okusa in taktilnimi zaznavami. Med okušanjem v ustih potekajo različni procesi (Meilgaard in sod, 2006).

2.5.3 Senzorični preskusi

Senzorični preskusi se delijo v dve glavni skupini (Warner in Eskin, 1995; Melton, 1996):

- afektivni ali subjektivni preskusi,
- analitični ali objektivni preskusi.

Afektivni ali subjektivni preskusi

Ti preskusi določajo posameznikovo mnenje o hrani in ponavadi vključujejo 50 do 100 nešolanih, naključno izbranih ljudi.

Golob in sod. (2006) jih imenujejo hedonski preskusi in jih delijo na:

- preferenčne preskuse s primerjavo v parih – za določanje prednosti med dvema izdelkoma, ki se servirata istočasno;
- preferenčne preskuse z rangiranjem – za določanje prednosti ocenjevanih izdelkov in njihovo razvrstitev na neki lestvici, brez ocenjevanja senzoričnih razlik med njimi;
- hedonske preskuse z lestvicami – za določanje stopnje ugajanja enega ali več izdelkov na lestvici všečnosti.

Analitični ali objektivni preskusi

Določajo prisotnost in občutljivost specifične senzorične lastnosti v živilu. Preskusi so opravljeni v kontroliranih razmerah in uporabljajo izkušene ocenjevalce (5-10) z namenom, da se zmanjšajo psihološki in fizični vplivi na njihovo presojo (Warner in Eskin, 1995; Melton, 1996).

Poznamo tri tipe analitičnih preskusov (Golob in sod., 2006):

- Diskriminacijski ali razločevalni preskusi:
Ocenjevalci ugotavljajo razlike med posameznimi vzorci. Uporabljajo jih v primeru, ko med vzorci pričakujemo majhne razlike v senzoričnih lastnostih. Poznamo različne preskuse razlikovanja: preskus s primerjavo v parih, preskus triangel, preskus duo-trio, preskus dva od petih in preskus "A" - "ni A". Pomanjkljivosti preskusov razlikovanja so v tem, da z njimi ne dobimo podatka o intenzivnosti senzoričnih razlik med vzorci, da so uporabni za majhno število vzorcev in le tedaj, ko so razlike med vzorcema zelo majhne. Če je razlika med vzorcema zelo velika, preskusi razlikovanja niso smiselni. V tem primeru in v primeru večjega števila preskusnih vzorcev uporabimo ocenjevanje s pomočjo lestvic.
- Preskusi s pomočjo lestvic in razredov:
Preskusi s pomočjo lestvic in razredov so metode, s katerimi ocenjujemo ali primerjamo eno ali več senzoričnih lastnosti preskusnega vzorca ali ocenjujemo vzorec kot celoto, določamo pa lahko tudi stopnjo všečnosti ali sprejemljivosti. Po standardu ISO 4121 (1987) se za določanje stopnje, izraženosti ali intenzivnosti razlik posameznih senzoričnih lastnosti uporabljajo naslednji poskusi: razvrščanje (rangiranje), klasifikacija, uvrščanje, točkovanje in urejanje. To so metode, pri katerih preskuševalec odgovore na zaznane senzorične dražljaje oblikuje na osnovi predznanja, poznavanja, izkušenj (senzoričnega inputa) in jih beleži na neki lestvici (Golob in sod., 2005).
- Deskriptivni ali opisni preskusi:
Pri tej vrsti ocenjevanja ocenjevalci ne smejo imeti samo sposobnosti zaznavanja razlik med posameznimi vzorci, ampak morajo imeti tudi besedni zaklad, da opišejo svoje zaznave. To pa zahteva izkušene in šolane degustatorje (Warner in Eskin, 1995; Melton, 1996).
Opisna analiza velja za najbolj izpopolnjeno senzorično metodo, saj omogoča dobiti popoln senzorični opis izdelka, pomaga prepoznati osnovne sestavine, ugotoviti tehnološke spremembe in/ali določiti, katera senzorična značilnost je pomembna za sprejemljivost danega izdelka. Uporaba opisne analize je široka, na primer ko želimo natančno specificirati senzorične lastnosti preskusnega izdelka, ko želimo primerjati konkurenčne izdelke, pri testiranju obstojnosti izdelkov, pri razvijanju novih izdelkov, pri reševanju pritožb potrošnikov, pa tudi za ugotavljanje zvez med senzoričnimi in instrumentalnimi parametri. Neuporabna je za delo s potrošniki, saj morajo biti udeleženci panelov za vse opisne metode izšolani, v svojih ocenah pa dosledni in ponovljivi (Golob in sod., 2005).

2.5.4 Senzorične lastnosti sendvičev

Za senzorično analizo sendvičev se uporablja deskriptivne preskuse, običajno sejemski sistem ocenjevanja, ki je skrajšan analitični test. Največje možno število točk je 20, pri napakah pa se točke odbijajo. Izdelki, ki dosežejo manj kot 15 točk, so slabše kakovosti, a

še sprejemljivi; pod 13 točk so nesprejemljivi. Senzorične lastnosti se zaznava v določenem zaporedju (Skvarča in sod., 2005; Skvarča in Žlender, 2006):

- izgled (videz izdelka z embalažo),
- zaščita in funkcionalnost embalaže,
- sestava vsebine,
- tekstura,
- vonj in okus.

Pri izgledu sendviča se ocenjujejo oblika in prileganje kruha (ali se obe polovici kruha prilegata, ali je ena polovica preveč zamaknjena vstran), izgled nadeva (nadev ne sme preveč gledati iz sendviča, ne sme biti razmazan po kruhu in embalaži).

Embalaža ščiti izdelek tako, da je cela, ni nikjer strgana. Opremljena mora biti z ustrezno deklaracijo, ki vsebuje podatke o proizvajalcu, sestavi sendviča, roku uporabnosti, razmerah skladiščenja.

Sestavo vsebine se ocenjuje na prerezu sendviča. Vsebina mora ustrezati predpisani deklaraciji, biti mora enakomerno razporejena po celotni površini kruha, ne sme izpadati iz sendviča. Kosi mesa morajo biti pravilno zapečeni (ne presvetlo, ne zažgano).

Tekstura kruha mora biti taka, da ne veže preveč vlage iz namaza in tako ne postane lepljiv, razmehčan, deformiran, po drugi strani pa ne sme biti preveč suh in drobljiv. Zelenjava mora biti sveža, ne uvela, kar se velikokrat zgodi pri solati. Meso mora biti sočno, čvrsto, ne suho, ne gumijasto. Panada ne sme odpadati.

Vonj in okus morata biti intenzivna, harmonična. Ne sme prevladovati en vonj ali okus. Prav tako ne sme biti tujih vonjev ali okusov (na primer po kislem, zatohlem, starem,...).

2.6 PREHRANSKA VREDNOST SENDVIČEV

2.6.1 Hranilna vrednost

Hranilna vrednost hrane nam pove, koliko in katere hranilne snovi vsebuje jed oziroma hrana, ki jo uživamo. Hrano sestavljajo različni kemijski elementi, ki v spojinah pomenijo posamezne hranilne snovi. Pravilno sestavljena hrana poleg vode zagotavlja telesu vso potrebno energijo (ogljikovi hidrati, maščobe), gradbene snovi (beljakovine) in zaščitne snovi (vitamini, minerali). Pomembno je tudi pravilno razmerje med hranilnimi snovmi. (Kodele in Suwa – Stanojević, 2003).

Kruh

Hranilna vrednost kruha je odvisna predvsem od sestavin v žitu, iz katerega dobimo moko. Pšenica vsebuje škrob in beljakovine, manjšo količino maščob in v maščobah topne vitamine, sladkorje, dietetične vlaknine, minerale in v vodi topne vitamine.

Različne vrste moke vsebujejo različen delež žitnega zrna. Zaradi različne sestave posameznih delov žitnega zrna je sestava moke odvisna od stopnje mletja. Izdelki iz bele moke imajo večjo energijsko vrednost, izdelki iz temne moke pa več mineralov, vitaminov in celuloze. Vse vrste kruha vsebujejo 50 % svoje mase škroba, 40 % vode, 8 do 10 % beljakovin in 2 % maščob (Hrovat, 2000).

Preglednica 3: Hranilna in energijska vrednost za 100 g kruha (Hrovat, 2000)

sestavine	polnozrnati kruh	črni kruh	beli kruh
voda (g)	40	40	39
energijska vrednost (kcal)	216	223	233
energijska vrednost (KJ)	918	948	991
beljakovine (g)	8,8	8,9	7,8
maščobe (g)	2,7	2,2	1,7
ogljikovi hidrati (g)	41,8	44,7	49,7
kalcij (mg)	120	100	100
železo (mg)	2,5	2,5	1,7
tiamin (mg)	0,26	0,24	0,18
riboflavin (mg)	0,06	0,06	0,03
nikotinska kislina (mg)	1,7	2,4	2,2

Minerali

Kruh ima nekaj več mineralov kot moka. Količina se poveča zaradi mineralnih dodatkov, ki jih vsebujejo voda, sol, kvas in druge sestavine testa. Količina mineralov v teh sestavinah se spreminja, zato natančna količina mineralov v kruhu ni točno predpisana.

Beljakovine

Količina beljakovin v kruhu je nekoliko višja, kot je bila v moki (glede na količino suhe snovi). Poveča se zaradi dodatka kvasa, mleka in sladne moke.

Ogljikovi hidrati

Količina se zmanjša za 2 do 3 %, ker se del škroba razgradi v glukozo, to pa porabijo kvasovke za hrano med fermentacijo. Pri razgradnji škroba nastanejo tudi topne snovi. Izgube ogljikovih hidratov so večje pri daljši peki.

Maščobe

Količina maščob, ki jih vsebuje moka, se v sredici med peko ne zmanjša, v skorji pa se maščobe lahko razgradijo. Količino maščob v kruhu lahko povečamo z dodatki.

Vitamini

Od vitaminov, ki jih vsebuje moka, ostanejo v kruhu le tisti, ki so odporni proti visoki temperaturi. To so vitamini B₁, B₂ in E. Med peko se količina vitamina B₁ zmanjša za 15 %. Nekaj vitaminov prinesejo v testo poleg moke tudi druge sestavine (posebno kvas). Izgube vitaminov nastanejo tudi zaradi dodajanja kemijskih sredstev proti kvarjenju ali staranju. 10 % vitamina B₁ uničimo tudi, če kruh steriliziramo.

Alkohol in ogljikov dioksid

Ogljikov dioksid nastaja v testu med fermentacijo. Med peko ga del izhlapi, del pa ga ostane v testu. V kruhu se nahaja, ko je popolnoma svež. Med ohlajanjem zrak prodira skozi skorjo in iz por izpodriva ogljikov dioksid. Izmenjavo povzročajo neenakomerna temperatura prostora in kruha ter različna masa zraka in ogljikovega dioksida.

V kvašenem testu je tudi 4 % alkohola, v svežem kruhu 1,2 %, med skladiščenjem se količina alkohola v kruhu še zmanjša (Hrovat, 2000).

Preglednica 4: Povprečna hranilna vrednost za 100 g majoneze (Souci in sod., 2000)

sestavine	vrednost za 100 g
voda (g)	13,0
beljakovine (g)	1,49
maščobe (g)	82,5
minerali (g)	0,98
– natrij (mg)	481
– kalij (mg)	18
– fosfor (mg)	60
vitamin B ₁ (μg)	40
vitamin B ₂ (μg)	40

Namaz

Namaz v sendvičih je velikokrat sestavljen iz majoneze, kisle smetane in kečupa. Hranilne vrednosti majoneze in kečupa so prikazane v tabelah 4 in 5.

Preglednica 5: Povprečna hranilna vrednost za 100 g kisle smetane (Souci in sod., 2000)

sestavine	vrednost za 100 g
voda (g)	74,5
maščobe (g)	18
beljakovine (g)	2,74
ogljikovi hidrati (g)	3,47
organske kisline	0,73
minerali (g)	0,50
– natij (mg)	53
– kalij (mg)	144
– kalcij (mg)	100
– fosfor (mg)	80
– železo (μg)	60

Nadev

Meso

Na hranilno sestavo perutninskega mesa vplivajo različni dejavniki:

- vrsta (piščanci, kokoši, kopuni, purani, race, gosi),
- spol,
- starost,
- pasma,
- teža živali, na primer: piščance delimo na brojlerje (450 g do 1 kg), pohance (1 do 1,5 kg), pečence (2,5 kg), kopune-kastrate (1,8 do 3 kg),
- stopnja prehranjenosti,
- anatomsko regija (prsa – belo meso, bedro – temno meso),
- vpliv obdelave pred segrevanjem (s kožo ali brez),
- vrsta in temperatura toplotne obdelave (pečenje, kuhanje, cvrenje).

V povprečju vsebuje perutnina od 66 do 75 % vode. Vsebnost vode se zmanjšuje s starostjo. Več vode je v svetlem mesu, ima pa manjšo stopnjo hidratacije. Zato je izločanje vode po toplotni obdelavi večje in vpliva na slabšo sočnost belega mesa. Delež vode se zmanjša tudi zaradi prisotnosti kože.

Perutnina je vir visokovrednih beljakovin, predvsem esencialnih aminokislin. Vrednost aminokislin je odvisna od pasme, starosti in kakovostnega razreda. Belo meso ima ne glede na kakovostni razred večjo biološko vrednost od temnega mesa. To pomeni manjšo količino vezivnega tkiva, večjo vsebnost esencialnih aminokislin in vsebnost pomembnih esencialnih maščobnih kislin.

Največja razlika v sestavi perutninskega mesa je v količini maščobe. Pomembno je, da ima perutnina malo maščobe vraščene med mišičnimi vlakni, večji del se je nahaja v koži in delno v trebušni votlini. Zato močno vpliva na kemijsko sestavo prav predhodna obdelava surovine.

Perutnina vsebuje maščobe, ki jih sestavljajo nasičene in nenasičene maščobne kisline. Za kakovost perutninskega mesa so pomembne tudi večkrat nenasičene maščobne kisline, predvsem linolenska in arahidonska. S prehranskega vidika je pomembna tudi prisotnost ω -3 maščobnih kislin, ki pa je v piščančjem mesu precej nižja kot pri ostalih vrstah mesa. Poleg maščobnokislinske sestave je za oceno prehranske primernosti maščob pomembno tudi razmerje med večkrat nenasičenimi in nasičenimi maščobnimi kislinami.

V perutnini so tudi številni vitamini in minerali. Od vitaminov velja omeniti predvsem vitamine skupine A in B. Med minerali je največ fosforja, cinka in železa, prisotni pa so tudi natrij, kalij, magnezij in žveplo (Skvarča, 2001).

V preglednici 6 je prikazana hranilna sestava piščančjega mesa, ker je bilo v poskusnem delu naloge uporabljeno piščančje meso.

Preglednica 6: Povprečna hranilna sestava za 100 g svežega piščančjega mesa (prsna brez kože in kosti) (Golob in sod., 2006)

sestavine	vrednost za 100g
voda (g)	74,8
skupne beljakovine (g)	22,8
skupni dušik	3,7
skupne maščobe (g)	1,5
– C 18:1 cis-9 oleinska maščobna kislina (mg)	261
– C 18:2 cis-9, cis-12 linolna maščobna kislina (mg)	235
– C 16:0 palmitinska maščobna kislina (mg)	208
– C 20:0 arahidonska maščobna kislina (mg)	0,2
– ω -3 maščobne kisline (mg)	21,1
– ω -6 maščobne kisline (mg)	268
holesterol (mg)	60,2
pepel (g)	1,19
fosfor (mg)	243
cink (mg)	1,0
železo (μ g)	640
natrij (mg)	33,8
kalij (mg)	39,2
magnezij (mg)	30,1

Zelenjava

Preglednica 7: Hranilna vrednost za 100 g zelene solate (Souci in sod., 2000)

hranilne snovi	vrednost za 100 g
voda (g)	94,8
skupne maščobe (g)	0,22
skupni ogljikovi hidrati (g)	1,06
dietna vlaknina (g)	1,44
beljakovine (g)	1,22
skupni karotenoidi (mg)	1,1
vitamin B ₁ (μ g)	62
vitamin B ₂ (μ g)	78
vitamin C (mg)	13
vitamin E (μ g)	601
minerali (g)	0,72
– natrij (mg)	7,5
– kalcij (mg)	22
– železo (μ g)	348
– magnezij (mg)	8,9
– fosfor (mg)	23
– kalij (mg)	179

Od vseh hranilnih snovi zelenjava vsebuje predvsem vitamine in minerale in nekaj ogljikovih hidratov, od katerih je pomembna prehranska vlaknina. Beljakovine in maščobe so v zelenjavi prisotne le v sledih ali pa jih sploh ni.

V poskusnem delu naloge je bila uporabljena solata, zato je v preglednici 7 predstavljena hranilna vrednost solate.

2.6.2 Energijska vrednost

Energijska vrednost hrane nam pove, koliko energije vsebuje zaužita količina hrane. Človeški organizem potrebuje energijo za svoj osnovni metabolizem, za ohranjanje telesne temperature in za opravljanje dela. Dnevne potrebe po energiji so zelo različne. Odvisne so od vrste oziroma teže fizičnega dela, spola, starosti, telesne teže, zdravstvenega stanja, podnebnih razmer in prirojenih ter pridobljenih lastnosti vsakega posameznika. Zaradi tako različnih vplivov na energijske in hranilne potrebe so te pri vsakem človeku drugačne (Kodele, 1997).

Preglednica 8: Energijske vrednosti posameznih sestavin izbranega sendviča (Hrovat, 2000; Souci in sod., 2000; Golob in sod., 2006)

komponenta sendviča (100g)	energijska vrednost (kJ)
kruh (polnozrnat/črn/bel)	216/ 223/ 233
majoneza	3078
kisla smetana	782
kečup	ni podatka
piščančja prsa brez kože in kosti	442
solata	49

Določeno količino energije, ki zadostuje za pokrivanje človeških potreb, dobi telo s hrano. Najpomembnejša energijska hranila so ogljikovi hidrati, sledijo maščobe in beljakovine. Ogljikovi hidrati in beljakovine sproščajo 17,14 kJ na vsak gram živila, maščobe pa 38,9 kJ. To pomeni, da je hrana, ki je bogata na maščobah, veliko bolj kalorična kot manj ali nemastna hrana. Zaužita energija ima bruto energijsko ali fizikalno sežigno vrednost. Merilo za energijo je sproščena toplota. Energijsko vrednost hrane izračunamo iz podatkov za količino posameznih hranilnih snovi. Z ogljikovimi hidrati naj bi pokrili 55 do 75 % dnevni energijski potreb, z maščobami 15 do 30 % in z beljakovinami 10 do 15 % dnevni energijski potreb (Referenčne vrednosti..., 2004).

3 MATERIAL IN METODE DELA

3.1 MATERIAL

3.1.1 Vzorci sendvičev

Za praktični del naloge je bil najprej opravljen predposkus, za katerega smo uporabili industrijsko pripravljene sendviče.

Sendviči, ki smo jih senzorično analizirali v predposkusu, so imeli naslednjo sestavo:

- sendvič 1: bela žemlja, paniran piščančji file, majoneza, kislá smetana, zelena solata
- sendvič 2: bela žemlja, paniran piščančji file, majoneza, kislá smetana, kislé kumarice
- sendvič 3: bela žemlja, pečeni piščančji rezanci, sladka smetana, mleti česen, sir
- sendvič 4: bela žemlja, pečen piščančji file, nacho sir, majoneza, kislá smetana.

Mikrobiološke preiskave v predposkusu smo opravili na sendviču z naslednjo sestavo:

- sendvič 5: bela žemlja, paniran piščančji file, zelena solata, kečup, majoneza, kislá smetana.

Vzorci sendvičev za glavne poskuse, ki so prikazani na sliki 6, smo izbrali na osnovi senzoričnih in mikrobioloških rezultatov dobljenih pri predposkusu. Izbran je bil sendvič 5.



Slika 6: Vzorci sendvičev za glavni poskus

3.1.2 Mikrobiološka gojišča

Gojišče BACILLUS CEREUS (BC, Oxoid, CM 617) je gojišče za izolacijo bakterij vrste *Bacillus cereus*.

Hranljivi agar (NA, Oxoid, CM 3) je neselektivno gojišče za določitev skupnega števila aerobnih mezofilnih bakterij.

Gojišče De Man, Rogosa in Sharpe (MRS, Merck, 1.1.660.0500) je gojišče za določanje števila mlečnokislinskih bakterij.

Gojišče oksitetraciklin glukoza kvasni ekstrakt (OGY, Biolife, 4018382) je gojišče za določanje števila kvasovk in bakterij z dodatkom antibiotika oksitetraciklin (Krka, 743054)

Fiziološka raztopina: 3,4 g KH_2PO_4 smo zatehtali v 100 ml čašo in uravnali pH na 7,2. Iz te raztopine smo pripravili fiziološko raztopino tako, da smo 1,25 ml osnovne raztopine dopolnili do 1000 ml z destilirano vodo.

3.1.3 Oprema in materiali za MAP

- pakirni stroj (Viro, tip PN 400/6),
- aparat za MAP (KRAMER GREBE),
- plina za pakiranje: CO_2 , N_2 ,
- vrečke za pakiranje sendvičev (PET / EVOH / LDPE, debelina 95 mikronov).

3.1.4 Drugi reagenti in kemikalije

- pufru (pH 5,0 in pH 7,0),
- koncentrirana H_2SO_4 ,
- katalizator KJELTABS Cu/3,5 (3,5 g K_2SO_4 + 0,4 g $\text{CuSO}_4 \times 5 \text{H}_2\text{O}$),
- 30 % raztopina NaOH,
- 15 % raztopina NaOH,
- H_3BO_4 ,
- indikator bromtimol modro,
- 0,1 M HCl,
- koncentrirana HCl,
- petroleter,
- AgNO_3 ,
- nasičene vodne raztopine soli ($\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$, NaCl, NH_4NO_3),
- silikagel.

3.1.5 Laboratorijska oprema in drobni pribor

Oprema

- inkubator (Kambič, Slovenija),
- gnetilnik (Laboratory blender, STOMACHER 400, SEWARD, Anglija),
- gorilnik,
- analitska tehtnica (METTLER TOLEDO, PB 1502-S),
- pH meter (testo 230),
- Soxhletov aparat,
- vodna kopel (Labo, d.o.o.),
- kuhalnik,
- sušilnik (Kambič, Slovenija),
- eksikator,
- žarilna peč (AURODENT, 1206 b),
- blok za razklop vzorca (Digestion Unit Büchi),
- enota za odvod zdravju škodljivih hlapov (Scrubber Büchi B-414),
- destilacijska enota (Distillation Unit Büchi, B-324),
- titracijska enota (Titrino Büchi),
- instrument za merjenje vrednosti a_w CX-1 (Campbell Scientific LTD).

Drobni pribor

- avtomatska pipeta in nastavki,
- steklene epruvete,
- stojalo za epruvete,
- sežigne epruvete,
- papirnate tehtirne ladjice,
- merilni valj,
- plastične petrijevke,
- steklene palčke,
- žlice,
- nož,
- deska za rezanje,
- aluminijasta folija,
- čaše,
- filtrni papir,
- lij za filtriranje,
- ekstrakcijski tulci,
- urno steklo,
- vrelne kroglice,
- bučke,
- plastične posodice s pokrovom,
- plastična žlica.

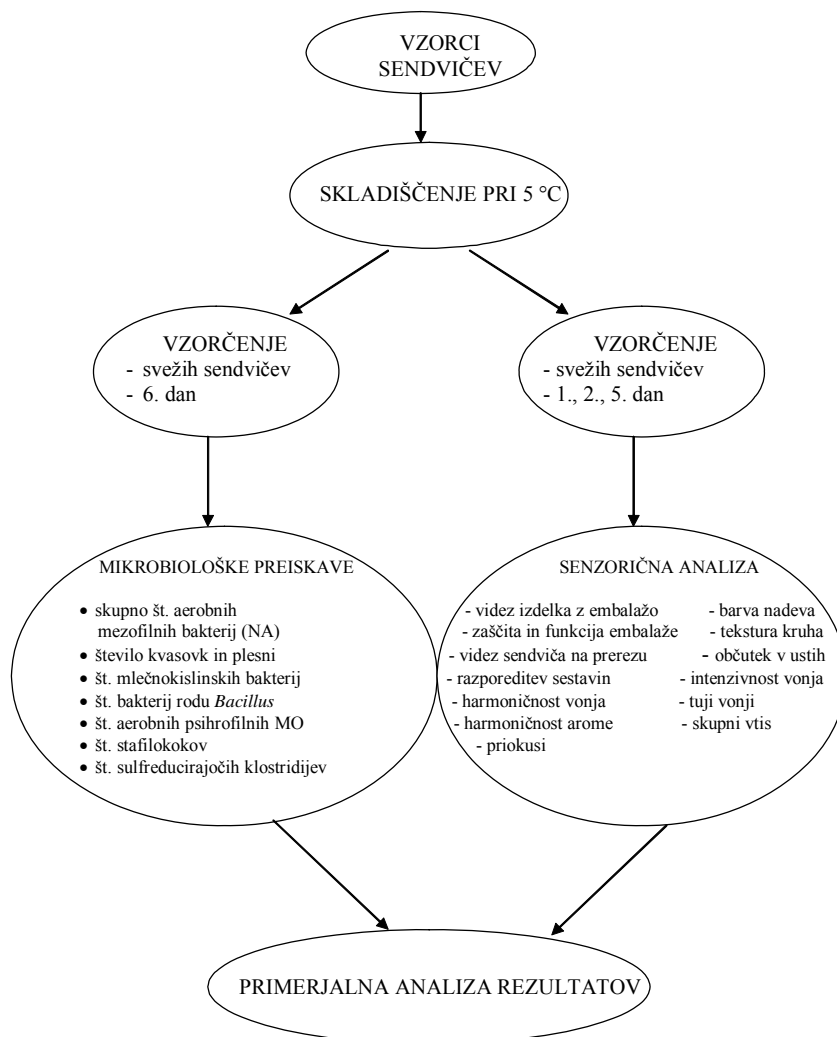
3.2 POTEK EKSPERIMENTALNEGA DELA

3.2.1 Načrt predposkusa

V predposkusu (slika 7) smo vzorce izbranih sendvičev (sendvič 1, sendvič 2, sendvič 3, sendvič 4) senzorično analizirali v različnih časovnih intervalih, in sicer sveže sendviče, nato po enem, dveh in petih dneh skladiščenja v hladilniku. Za ocenjevanje smo uporabili analitičen deskriptivni preskus (od 1 do 7 točk). Na osnovi tega smo se odločili, katere lastnosti bomo analizirali v glavnem poskusu.

Opravili smo tudi mikrobiološke preiskave sendviča 5, na katerih smo spremljali rast različnih vrst mikroorganizmov. Preiskovali smo sveže sendviče in sendviče po šestih dneh skladiščenja. Na osnovi dobljenih rezultatov smo se odločili, katere skupine mikroorganizmov bomo določali v glavnem eksperimentu.

Vsi vzorci v predposkusu so bili pakirani v običajni atmosferi in hranjeni v hladilniku pri temperaturi 5 °C.



Slika 7: Načrt predposkusa

3.2.2 Načrt glavnega poskusa

Sendviči (vzorec 5) so bili izdelani v specializiranem obratu v Ljubljani, nato smo jih prinesli na Biotehniško fakulteto, jih pakirali, skladiščili in senzorično ocenili, kemijsko analizirali ter določili mikrobiološke parametre po predhodno izdelanem načrtu (slika 7).

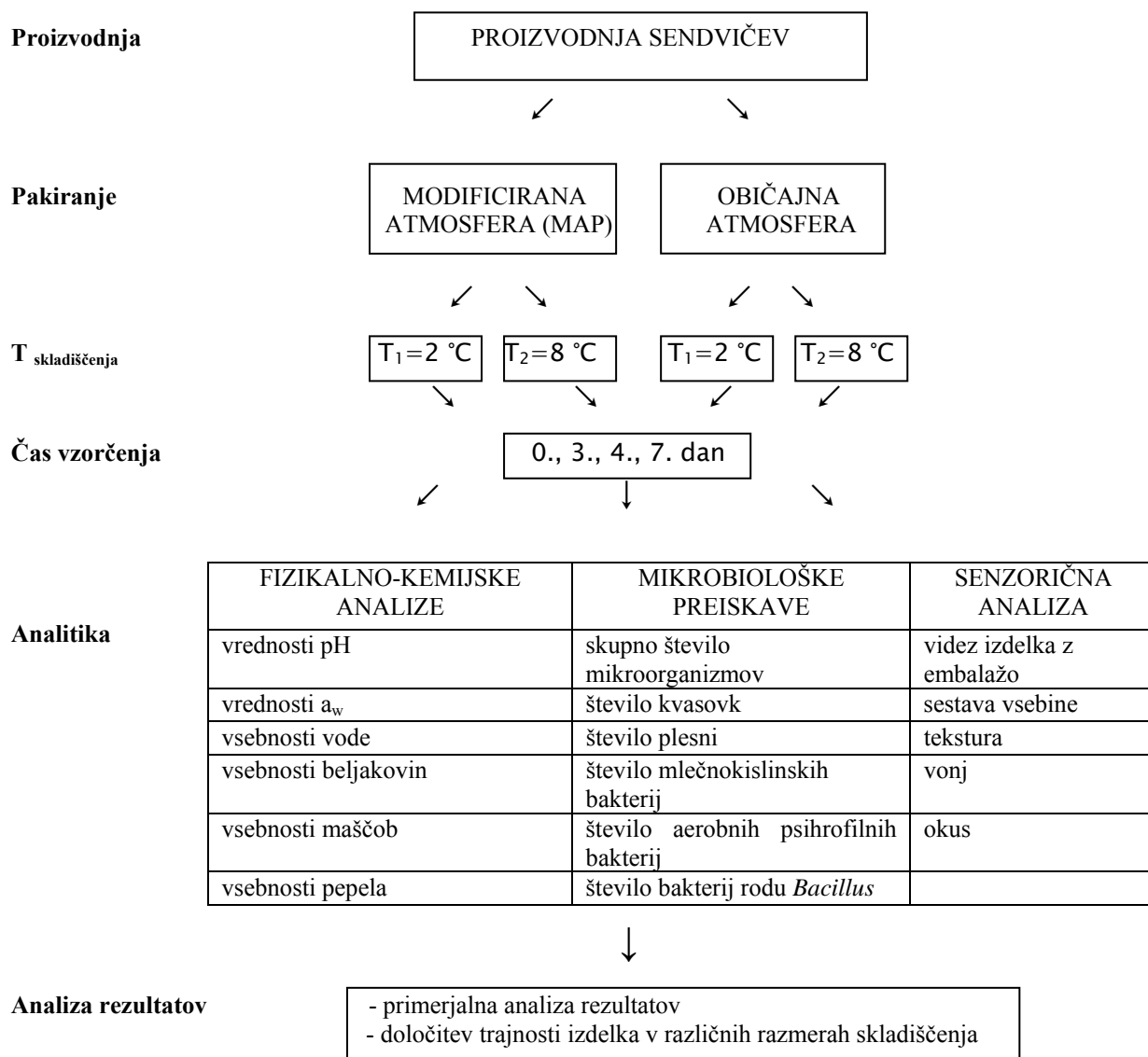
Za poskus smo imeli na voljo 78 vzorcev sendvičev z isto sestavo. 36 svežih vzorcev sendvičev smo pakirali v modificirano atmosfero (MAP) s sestavo plinov: 50 % CO₂ in 50 % N₂. Pakirali smo v vrečke s sestavo PET / EVOH / LDPE in debelino 95 mikronov. 42 vzorcev sendvičev je ostalo zapakiranih v običajni atmosferi.

Šest svežih vzorcev pakiranih v običajni atmosferi smo preiskali in analizirali takoj po izdelavi. Preostali del (72) vzorcev sendvičev smo skladiščili v hladilniku pri dveh temperaturah $T_1 = 2 \text{ }^\circ\text{C}$ in $T_2 = 8 \text{ }^\circ\text{C}$ in opravili preiskave ter analize po 3, 4 in 7 dneh skladiščenja. Vse preiskave in analize smo opravili v treh ponovitvah, tako da smo polovico vzorcev (36) uporabili za mikrobiološke preiskave, preostalo polovico pa za senzorično analizo in fizikalno-kemijske analize. Za te analize smo uporabili iste vzorce.

Mikrobiološko smo določili skupno število mikroorganizmov, število kvasovk, število plesni, število mlečnokislinskih bakterij, število aerobnih psihrofilnih bakterij in število bakterij rodu *Bacillus*.

Vzorce sendvičev je senzorično ocenil šolan tričlanski panel. Pri ocenjevanju je komisija uporabila analitične deskriptivne preskuse s točkovanjem senzoričnih lastnosti. Ocenjene so bile naslednje lastnosti: videz izdelka z embalažo, sestava vsebine, tekstura, vonj in okus (priloga A).

Fizikalno-kemijske analize sendvičev so vključevale: vrednost pH, vrednost a_w , vsebnost vode, vsebnost maščob, vsebnost beljakovin in vsebnost pepela.



Slika 8: Načrt glavnega poskusa

3.3 METODE DELA

3.3.1 Mikrobiološke preiskave

Priprava matične raztopine in razredčitev

V plastično sterilno vrečko smo aseptično odtehtali 25 g vzorca sendviča, dodali 225 ml fiziološke raztopine in nato suspenzijo dve minuti homogenizirali v gnetilniku. Tako smo dobili osnovno 10-kratno razredčitev vzorca – matično raztopino.

Naslednjo razredčitev smo pripravili tako, da smo 1 ml matične raztopine aseptično prenesli v epruveto z 9 ml sterilne fiziološke raztopine in dobro premešali. Z nadaljnjim razredčevanjem smo pripravili serije razredčitev glede na pričakovano število mikroorganizmov v vzorcih.

Določitev števila mikroorganizmov z vmešavanjem vzorca v gojišče

V sterilno prazno petrijevko smo cepili 1 ml razredčenega vzorca. Trdno gojišče smo predhodno raztopili, ohladili na 45 °C in v petrijevko z vzorcem dodali 10-15 ml gojišča. Vzorec z gojiščem smo takoj dobro premešali.

Določitev števila mikroorganizmov z razmazovanjem vzorca

Za določanje bakterij rodu *Bacillus* smo uporabili trdno gojišče *Bacillus cereus*. Nanj smo cepili 0,1 ml osnovne razredčitve vzorca in ga s sterilno stekleno palčko enakomerno razmazali po vsej površini.

Inkubacija vzorcev

Gojišča z vzorci smo inkubirali določen čas pri določeni temperaturi, odvisno od vrste mikroorganizmov:

- skupno število mikroorganizmov: 3 dni pri 30 °C,
- plesni in kvasovke: 5 dni pri 25 °C,
- mlečnokislinske bakterije: 3 dni pri 37 °C,
- aerobni psihrofilni mikroorganizmi: 10 dni pri 7 °C,
- bakterije rodu *Bacillus*: 24 ur pri 30 °C.

Značilna rast kolonij za posamezne mikroorganizme

- a) Skupno število mikroorganizmov: majhne in večje bele motne kolonije.
- b) Plesni in kvasovke: plesni tvorijo značilen micelij, kvasovke pa tvorijo okrogle, ovalne ali podolgovate bele kolonije. Posebej smo prešteli kolonije plesni in kolonije kvasovk.
- c) Mlečnokislinske bakterije: bele okrogle ali ovalne večje kolonije.
- d) Aerobni psihrofilni mikroorganizmi: majhne in večje bele motne kolonije.
- e) Bakterije rodu *Bacillus*: velike kolonije s premerom okoli 5 mm in nazobčanim robom, modro zelene barve, obdane z izrazito motno cono gojišča, ki je enake barve kot kolonije.

Štetje kolonij in vrednotenje rezultatov

Po inkubaciji smo po standardu SIST EN ISO 4833 (2003) prešteli število kolonij v tistih petrijevkah, kjer je zrastle števno število kolonij (števna plošča za bakterije 15-300 kolonij, števna plošča za plesni 15-150 kolonij). Pri izračunu števila mikroorganizmov v 1 g vzorca živila (cfu/g) smo upoštevali povprečno število kolonij in razredčitev vzorca. Število mikroorganizmov smo izračunali po naslednji formuli:

$$N = \frac{\sum c}{(n_1 + 0,1 \times n_2) \times R}$$

N – število mikroorganizmov v živilu (cfu/ml, cfu/g),

Σc – vsota vseh kolonij na števni plošči,

n_1 – število gojišč pri prvi razredčitvi vzorca živila,

n_2 – število gojišč pri drugi razredčitvi vzorca živila,

R – prva razredčitev vzorca živila pri kateri smo prešteli kolonije.

3.3.2 Fizikalno kemijske analize

3.3.2.1 Merjenje vrednosti pH

Vrednost pH smo merili v ekstraktu vzorca sendviča. Pet g homogeniziranega vzorca smo prenesli v čašo in prelili s 50 ml destilirane vode. Vzorec smo pustili stati 15 minut pri sobni temperaturi in ga večkrat premešali, nato smo ga filtrirali in izmerili pH. pH-meter smo predhodno umerili z dvema pufroma (pH 5,0 in pH 7,0) (Rajar in sod., 2003).

3.3.2.2 Določanje vrednosti a_w

Princip: Instrumentalno določanje aktivnosti vode na osnovi določanja točke vrelišča.

Izvedba (CX-1 water activity system, 1988):

Delovanje aparature pred začetkom določanja aktivnosti vode (a_w) preverimo z določitvijo a_w izbranih nasičenih vodnih raztopin soli ($K_2Cr_2O_7$, $a_w = 0,9800$; NaCl, $a_w = 0,7528$; NH_4NO_3 , $a_w = 0,6183$). Z vzorcem čimbolj enakomerno pokrijemo dno plastične posodice. Tako pripravljen vzorec vstavimo v aparaturo (brez pokrova) in premaknemo gumb na "READ"; s tem se začne merjenje. Pri tem v komori nad vzorcem kroži zrak. Ko se vzpostavi ravnotežje, je relativna vlaga v zraku nad vzorcem živila enaka aktivnosti vode v živilu. Za tem se ohlaja v komori prisotno ogledalo, dokler voda ne kondenzira, kar zazna optični senzor. Temperaturo, pri kateri voda kondenzira (točka rosišča), izmeri optični senzor. Ta pa je v povezavi z aktivnostjo vode v živilu. Ob pisku je meritev končana. Gumb nato premaknemo na prvotno pozicijo in plastično posodo z vzorcem odstranimo. Po vsakem merjenju vzorca ponovimo postopek s silikagelom, s katerim posušimo

ogledalce v aparaturi. Po končanem delu posodice operemo z destilirano vodo. Pazimo, da so pred naslednjim merjenjem posodice popolnoma suhe.

Rezultat: Vrednost na zaslonu je določena aktivnost vode.

3.3.2.3 Določanje vsebnosti vode

Tehtič s stekleno palčko smo sušili pri 105 °C najmanj eno uro, ohladili v eksikatorju in stehali. Nato smo v tehtič zatehtali 10 do 20 g kremenčevega peska in 3 do 5 g homogeniziranega vzorca sendviča. Vzorec smo s pomočjo steklene palčke pomešali s peskom in sušili v sušilniku do konstantne teže.

Odstotek vode smo zračunali po formuli:

$$\% \text{ vode} = \frac{a}{z} \times 100$$

a = izguba mase vzorca po sušenju = količina izparjene vode (g)

z = masa vzorca (g)

(Rajar in sod., 2003)

3.3.2.4 Določanje vsebnosti beljakovin z metodo po Kjeldahlu

Metoda temelji na določanju beljakovin neposredno preko dušika ob upoštevanju, da je ves dušik, prisoten v živilu, beljakovinski. Za preračunavanje dušika v beljakovine smo uporabili ustrezne faktorje.

V sežigno epruveto smo odtehtali približno en gram vzorca sendviča, dodali dve tableti bakrovega katalizatorja in 20 ml koncentrirane H₂SO₄. Epruvete smo postavili v stojalo in pokrili s steklenimi zvonci. Vse skupaj smo postavili v ogreto enoto za razklop, kjer je bila temperatura 370 °C. Z vodno črpalko smo odvajali zdravju škodljive hlape prek enote imenovane Scrubber, kjer se je del hlapov utekočinil, preostanek pa nevtraliziral v približno 15 % raztopini NaOH in končno vodil prek aktivnega oglja. Sežig je bil končan po eni uri.

Vzorec smo ohladili v epruveti na sobno temperaturo in epruveto postavili v destilacijsko enoto, kjer je poteklo doziranje 50 ml destilirane vode in 70 ml NaOH v vzorec. V destilacijsko predložko se je doziralo 60 ml borne kisline (H₃BO₄), nato se je začela uvajati para v vzorec. Destilacija je trajala štiri minute.

Raztopino nastalega amonborata v predložki smo titrirali z 0,1 molarno HCl do vrednosti pH 4,65. V končni točki titracije je bila zabeležena poraba kisline, iz katere smo izračunali odstotek dušika v vzorcu ter odstotek beljakovin v vzorcu (uporabili smo splošni empirični faktor za preračun dušika v beljakovine, ki je 6,25) (Plestenjak in Golob, 2000).

3.3.2.5 Določanje vsebnosti maščob z metodo po Weibull in Stoldt

V 250 ml čašo smo odtehtali 5-10 g svežega homogeniziranega vzorca sendviča, dodali 100 ml H₂O in 80 ml koncentrirane HCl ter segrevali 15 minut na vreli vodni kopeli, pri tem pa stalno mešali. Čašo smo nato postavili na kuhalnik, pokrili z urnim steklom in pustili, da je vsebina počasi vrela približno 30 minut. Še vročo suspenzijo smo razredčili z vročo vodo, sprali urno steklo in takoj filtrirali skozi naguban vlažen filterni papir. Filter smo izpirali z vročo vodo, s katero smo predhodno izprali čašo, v kateri smo kuhali vzorec, dokler filtrat ni več reagiral na klorove ione. Nato smo filterni papir z vsebino položili na urno steklo, na katerega smo prej položili dvojno plast filternega papirja in sušili 2-4 ure pri 105 °C. Suh filter papir z vsebino in podloženim filter papirjem smo prenesli v ekstrakcijski tulec, pokrili z vato in tulec vstavili v ekstraktor Soxhletovega aparata. Urno steklo smo izprali s topilom, ki smo ga vlili v ekstraktor. Čisto ekstrakcijsko bučko z vrelnimi kroglicami smo sušili eno uro v sušilniku pri 105 °C, ohladili v eksikatorju in stehali. V bučko smo nalili topilo, jo spojili z ekstraktorjem, v katerem je bil filter papir z vsebino, in s povratnim hladilnikom ter previdno segrevali na vodni kopeli. Maščobo iz vzorca smo ekstrahirali približno šest ur. Po končani ekstrakciji smo topilo oddestilirali, bučko z maščobo pa sušili v sušilniku pri 105 °C do konstantne mase. Po hlajenju v eksikatorju smo bučko z maščobo stehali in izračunali % maščobe po naslednji formuli:

$$\% \text{ maščobe} = \frac{b-a}{z} \times 100$$

a = masa prazne bučke (g)

b = masa bučke z maščobo (g)

z = masa vzorca (g)

(Rajar in sod., 2003)

3.3.2.6 Določanje vsebnosti pepela

Žarilni lonček smo najprej posušili, nato ga eno uro žarili v peči pri temperaturi sežiga in ga ohladili v eksikatorju ter stehali. Nato smo vanj zatehtali 5-10 g homogeniziranega vzorca sendviča in ga nekaj ur sušili v sušilniku pri 105 °C. Zatem smo vzorec poogleneli nad umirjenim plamenom in ga nato pet ur sežigali v žarilni peči pri temperaturi 525-550 °C. Po končanem sežigu smo lonček s pepelom ohladili v eksikatorju in stehali. Odstotek pepela smo izračunali po formuli:

$$\% \text{ pepela} = \frac{\text{masapepela}(g)}{\text{masavzorca}(g)} \times 100$$

(Rajar in sod., 2003)

3.3.2.7 Izračun energijske vrednosti

Energijska vrednost v kJ (Plestenjak in Golob, 2000):

EV beljakovin = % beljakovin \times 17,14

EV maščob = % maščob \times 38,9

EV ogljikovih hidratov = % ogljikovih hidratov \times 17,14

EV 100 g obroka = EV beljakovin + EV maščob + EV ogljikovih hidratov

EV celotnega obroka = EV 100 \times g (obroka)/100

3.3.3 Senzorična analiza

Vzorci sendvičev je ocenil tričlanski šolan panel na Katedri za tehnologijo mesa in gotovih jedi. Ocenili so sveže sendviče in sendviče po 3., 4. in 7. dnevu skladiščenja. Vzorci so bili označeni tako, da je bila zagotovljena anonimnost. Temperatura vzorcev je bila med ocenjevanjem enaka temperaturi skladiščenja. Preskuševalci so najprej ocenili vzorce v embalaži (priloga B), potem pa so dobili enakomerno razdeljene vzorce neposredno po odvijanju embalaže (priloga C). Senzorična komisija je vzorce ocenjevala na belih porcelanastih krožnikih, ki ne prenašajo vonjev in okusov.

Senzorično oceno so izvedli z modificiranim sejemskim preskusom. To je sistem odbitnih točk, kjer se število točk znižuje zaradi prisotnosti napak. Preskus je bil sestavljen na osnovi analitičnega preskusa v predposkusu.

Rezultati senzorične analize so povprečna vrednost vseh treh preskuševalcev. Merila za ocenjevanje posameznih senzoričnih lastnosti so bila naslednja:

VIDEZ

Videz izdelka z embalažo ter zaščita in funkcionalnost (0-3 točke)

Ocenili so skupno sprejemljivost sendviča v embalaži, funkcionalnost pakiranja za ta izdelek, zaščito kruha in nadeva. Po odvijanju embalaže so ocenili zloženost in zunanji videz nadeva v kruhu, barvo, velikost, polnjenje, napake, izpadanje nadeva.

3 točke – sendvič je pravilne velikosti in barve, nadev ne izpada in embalaža je nepoškodovana,

0 točk – neenakomerno nadevanje sendviča, razmazan namaz po embalaži.

Sestava vsebine (0-4 točke)

Preskuševalci so odprli polovice sendviča in na prerezu ocenili barvo, razporeditev in videz namaza, razporeditev nadeva ter svežost oziroma suhost kruha:

4 točke – enakomerna razporeditev namaza in nadeva, svež videz kruha,

0 točk – neenakomerna razporeditev namaza in nadeva, suh kruh.

TEKSTURA (0-5 točk)

Ocenili so teksturo kruha (suhost, lepljivost), namaza in nadeva (mehkoba mesa, tekstura panade):

5 točk – sočen kruh, mehko meso, nedrobljiva panada,

0 točk – suh, drobljiv, lepljiv kruh, preveč tekoč namaz, gumijasto, zažgano meso, drobljiva panada.

VONJ (0-3 točke)

Ocenili so značilnost in intenzivnost vonja ter prisotnost tujih vonjev:

3 točke – odlično izražen vonj,

0 točk – prazen vonj, vonj po starem, pokvarjenem.

OKUS (0-5 točk)

Ocenili smo značilnost, intenzivnost in harmoničnost okusa, prisotnost tujih okusov in napake:

5 točk – odlično izražen okus, brez tujih okusov,

0 točk – prazen, neintenziven okus, okus po starem, postanem, zažganem, kislem.

3.3.4 Statistična analiza

Za statistično obdelavo podatkov smo uporabili programski paket SAS/STAT (SAS Software. Version 8.01, 1999). 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. Pri obdelavi podatkov smo uporabili postopek GLM (General Linear Model).

Statistični modeli za senzorično analizo in mikrobiološke preiskave so vključevali vplive časa skladiščenja (Č), temperaturo skladiščenja (T), način embaliranja (E), ponovitve (P) in preskuševalce (PR).

V primeru senzorične analize so bili modeli:

$$y_{ijkl} = \mu + \check{C}_i + P_j + PR_k + e_{ijkl} \text{ (model 1)}$$

$$y_{ijkl} = \mu + T_i + P_j + PR_k + e_{ijkl} \text{ (model 2)}$$

$$y_{ijkl} = \mu + E_i + P_j + PR_k + e_{ijkl} \text{ (model 3)}$$

V primeru mikrobioloških preiskav so bili modeli:

$$y_{ijk} = \mu + \check{C}_i + P_j + e_{ijk} \text{ (model 4)}$$

$$y_{ijk} = \mu + T_i + P_j + e_{ijk} \text{ (model 5)}$$

$$y_{ijk} = \mu + E_i + P_j + e_{ijk} \text{ (model 6)}$$

kjer je

y_{ijkl} = ijkl-to opazovanje,

y_{ijk} = ijk-to opazovanje

μ = povprečna vrednost,

\check{C}_i – vpliv časa skladiščenja (0, 3, 4, 7 dni),

T_i – vpliv temperature skladiščenja (2 in 8 °C),

E_i – vpliv načina embaliranja (navadno, MAP),

P_j – vpliv ponovitve (1-3),

in e_{ij} = ostanek.

Srednje vrednosti za eksperimentalne skupine so bile izračunane z uporabo Duncanovega testa in so primerjane pri 5 % tveganju.

4 REZULTATI

4.1 REZULTATI SENZORIČNE ANALIZE

Preglednica 9: Rezultati senzorične analize sendvičev z izračunanimi osnovnimi statističnimi parametri

Lastnost (max. št. točk)	n	\bar{x}	min	max	so	KV (%)
izgled (3)	144	2,5	1,5	3,0	0,3	12,0
sestava vsebine (4)	144	3,1	1,0	4,0	0,5	15,4
tekstura (5)	144	4,1	3,0	5,0	0,4	9,0
vonj (3)	144	2,5	1,5	3,0	0,4	14,4
okus (5)	144	4,2	1,0	5,0	0,6	14,0
skupaj (20)	144	16,5	10,0	18,5	1,5	9,3

n - število obravnavanj; \bar{x} - povprečna vrednost; min - minimalna vrednost; max - maksimalna vrednost; so – standardni odklon; KV (%) - koeficient variabilnosti

Iz preglednice 9 je razvidna največja variabilnost rezultatov pri ocenjevanju sestave prereza, okusa in skupnega vtisa, najmanjša pa pri oceni teksture.

4.1.1 Vpliv časa skladiščenja na senzorično kakovost sendvičev

Senzorična kakovost sendvičev se je s časom skladiščenja slabšala. Značilne razlike v kakovosti so se pokazale tretji in četrti dan skladiščenja, sedmi dan pa se je senzorična kakovost zelo približala meji sprejemljivosti (preglednica 10).

Pri običajnem pakiranju sendvičev, skladiščenih pri 2 °C so bile razlike med posameznimi dnevi skladiščenja zelo visoko statistično značilne. Prav tako pri običajnem pakiranju pri 8 °C, z izjemo videza sendviča. Tudi sendviči pakirani v MAP in skladiščeni pri obeh temperaturah so pokazali statistično zelo visoke razlike v senzorični kakovosti.

Preglednica 10: Vpliv časa skladiščenja na senzorično kakovost sendvičev, hranjenih na dveh različnih temperaturah in različno pakiranih.

Čas skladiščenja/ lastnost (max. št. točk)	po izdelavi	3. dan	4. dan	7. dan	p-vred.
običajno pakiranje/2 °C					
izgled (3)	2,6 ± 0,3 ^b	2,8 ± 0,3 ^a	2,0 ± 0,3 ^c	2,5 ± 0,0 ^b	***
sestava vsebine (4)	3,1 ± 0,2 ^b	3,3 ± 0,3 ^a	3,3 ± 0,3 ^{ab}	2,4 ± 0,5 ^c	***
tekstura (5)	4,4 ± 0,2 ^a	4,1 ± 0,3 ^c	4,1 ± 0,2 ^b	3,8 ± 0,4 ^c	***
vonj (3)	3,0 ± 0,0 ^a	2,6 ± 0,2 ^b	2,4 ± 0,2 ^b	2,0 ± 0,3 ^c	***
okus (5)	4,6 ± 0,2 ^a	4,4 ± 0,2 ^b	4,3 ± 0,3 ^{ab}	3,7 ± 0,6 ^c	***
skupna ocena (20)	17,7 ± 0,4 ^a	16,6 ± 0,4 ^b	16,1 ± 0,5 ^b	14,5 ± 1,0 ^c	***
običajno pakiranje/8 °C					
izgled (3)	2,6 ± 0,3 ^a	2,6 ± 0,2 ^a	2,4 ± 0,2 ^a	2,4 ± 0,2 ^a	nz
sestava vsebine (4)	3,1 ± 0,2 ^a	3,3 ± 0,3 ^a	3,3 ± 0,3 ^a	2,7 ± 0,5 ^b	**
tekstura (5)	4,4 ± 0,2 ^a	4,2 ± 0,3 ^a	4,2 ± 0,4 ^a	3,8 ± 0,3 ^b	***
vonj (3)	3,0 ± 0,0 ^a	2,5 ± 0,0 ^b	2,6 ± 0,2 ^b	2,2 ± 0,3 ^c	***
okus (5)	4,6 ± 0,2 ^a	4,4 ± 0,2 ^a	4,3 ± 0,3 ^a	3,6 ± 0,8 ^b	***
skupna ocena (20)	17,7 ± 0,4 ^a	16,9 ± 0,4 ^{ab}	16,8 ± 0,4 ^b	14,6 ± 1,5 ^c	***
MAP pakiranje/2 °C					
izgled (3)	2,6 ± 0,3 ^b	3,0 ± 0,0 ^a	2,4 ± 0,2 ^b	2,5 ± 0,0 ^b	***
sestava vsebine (4)	3,1 ± 0,2 ^b	3,6 ± 0,3 ^a	3,3 ± 0,3 ^b	2,7 ± 0,3 ^c	***
tekstura (5)	4,4 ± 0,2 ^a	4,4 ± 0,3 ^a	4,3 ± 0,3 ^b	4,0 ± 0,3 ^a	**
vonj (3)	3,0 ± 0,0 ^a	2,6 ± 0,2 ^b	2,5 ± 0,0 ^b	2,2 ± 0,3 ^c	***
okus (5)	4,6 ± 0,2 ^a	4,5 ± 0,0 ^a	4,5 ± 0,0 ^a	3,7 ± 0,4 ^b	***
skupna ocena (20)	17,7 ± 0,4 ^a	18,1 ± 0,5 ^a	17,0 ± 0,4 ^b	15,1 ± 0,7 ^c	***
MAP pakiranje/8 °C					
izgled (3)	2,6 ± 0,3 ^b	2,9 ± 0,2 ^a	2,4 ± 0,2 ^b	2,3 ± 0,3 ^b	**
sestava vsebine (4)	3,1 ± 0,2 ^a	3,4 ± 0,2 ^a	3,3 ± 0,3 ^a	2,2 ± 0,6 ^{ba}	***
tekstura (5)	4,4 ± 0,2 ^a	3,7 ± 0,3 ^b	4,0 ± 0,3 ^b	3,6 ± 0,3 ^c	***
vonj (3)	3,0 ± 0,0 ^a	2,4 ± 0,2 ^b	2,5 ± 0,0 ^b	2,1 ± 0,4 ^c	***
okus (5)	4,6 ± 0,2 ^a	4,1 ± 0,2 ^a	4,4 ± 0,2 ^a	3,1 ± 1,2 ^b	***
skupna ocena (20)	17,7 ± 0,4 ^a	17,2 ± 0,4 ^a	16,7 ± 0,4 ^a	13,3 ± 2,1 ^b	***

*** p ≤ 0,001 statistično zelo visoko značilen vpliv; ** p ≤ 0,01 statistično visoko značilen vpliv; * p ≤ 0,05 statistično značilen vpliv; nz – neznačilen vpliv (p > 0,05); ^{a,b,c} vrednosti v isti vrstici, ki v oznaki nimajo enake nobene od črk, se statistično značilno razlikujejo (p < 0,05).

Slabša kakovost sendvičev je bila predvsem pri kruhu, ki je postajal vsak dan bolj suh in drobljiv.

Sedmi dan skladiščenja smo zaznali močno poslabšanje kakovosti (skupna ocena med 13,3 in 15,1 točk) tudi zaradi pojava raznih priokusov (po starem, grenko-kislem). Na to je v veliki meri vplivala solata in verjetno tudi učinek prisotnih mikroorganizmov (preglednica 14).

4.1.2 Vpliv temperature skladiščenja na senzorično kakovost sendvičev

Preglednica 11: Vpliv temperature skladiščenja na senzorično kakovost sendvičev, hranjenih sedem dni in različno pakiranih.

način pakiranja temp. skladiščenja/ lastnost (max. št. točk)	običajno			MAP		
	2 °C	8 °C	p-vred.	2 °C	8 °C	p-vred.
3. dan						
izgled (3)	2,9 ± 0,2 ^a	2,6 ± 0,2 ^b	*	3,0 ± 0,0 ^a	2,8 ± 0,3 ^b	*
sestava vsebine (4)	3,4 ± 0,2 ^a	3,3 ± 0,3 ^a	nz	3,6 ± 0,3 ^a	3,3 ± 0,3 ^b	*
tekstura (5)	3,7 ± 0,3 ^b	4,2 ± 0,3 ^a	**	4,4 ± 0,3 ^a	4,1 ± 0,3 ^b	***
vonj (3)	2,4 ± 0,2 ^a	2,5 ± 0,0 ^a	nz	2,6 ± 0,2 ^a	2,6 ± 0,2 ^a	nz
okus (5)	4,1 ± 0,2 ^b	4,4 ± 0,2 ^a	**	4,5 ± 0,0 ^a	4,4 ± 0,2 ^a	nz
skupna ocena (20)	16,6 ± 0,4 ^a	16,9 ± 0,4 ^a	nz	18,1 ± 0,5 ^a	17,2 ± 0,4 ^b	***
4. dan						
izgled (3)	2,0 ± 0,3 ^b	2,4 ± 0,2 ^a	***	2,4 ± 0,2 ^a	2,4 ± 0,2 ^a	nz
sestava vsebine(4)	3,3 ± 0,3 ^a	3,3 ± 0,3 ^a	nz	3,3 ± 0,3 ^a	3,3 ± 0,3 ^a	nz
tekstura (5)	4,1 ± 0,2 ^a	4,2 ± 0,4 ^a	nz	4,3 ± 0,3 ^a	4,0 ± 0,3 ^a	nz
vonj (3)	2,4 ± 0,2 ^a	2,6 ± 0,2 ^a	nz	2,5 ± 0,0 ^a	2,5 ± 0,0 ^a	-
okus (5)	4,3 ± 0,3 ^a	4,3 ± 0,3 ^a	nz	4,5 ± 0,0 ^a	4,4 ± 0,2 ^a	nz
skupna ocena (20)	16,1 ± 0,5 ^b	16,8 ± 0,4 ^a	***	17,0 ± 0,4 ^a	16,7 ± 0,4 ^a	nz
7. dan						
izgled (3)	2,5 ± 0,0 ^a	2,4 ± 0,2 ^a	nz	2,5 ± 0,0 ^a	2,3 ± 0,3 ^b	*
sestava vsebine (4)	2,4 ± 0,5 ^a	2,7 ± 0,5 ^a	nz	2,7 ± 0,3 ^a	2,2 ± 0,6 ^b	*
tekstura (5)	3,8 ± 0,4 ^a	3,8 ± 0,3 ^a	nz	4,0 ± 0,3 ^a	3,6 ± 0,3 ^b	*
vonj (3)	2,0 ± 0,3 ^a	2,2 ± 0,3 ^a	nz	2,2 ± 0,3 ^a	2,1 ± 0,4 ^a	nz
okus (5)	3,7 ± 0,6 ^a	3,6 ± 0,8 ^a	nz	3,7 ± 0,4 ^a	3,1 ± 1,2 ^b	*
skupna ocena (20)	14,5 ± 1,0 ^a	14,6 ± 1,5 ^a	nz	15,1 ± 0,7 ^a	13,3 ± 2,1 ^b	**

*** p ≤ 0,001 statistično zelo visoko značilen vpliv; ** p ≤ 0,01 statistično visoko značilen vpliv; * p ≤ 0,05 statistično značilen vpliv; nz – neznačilen vpliv (p > 0,05); ^{a,b,c} vrednosti v isti vrstici, ki v oznaki nimajo enake nobene od črk, se statistično značilno razlikujejo (p < 0,05).

Običajno pakiranje

Temperatura skladiščenja je statistično značilno vplivala na senzorično kakovost sendvičev tretji in četrti dan skladiščenja. Presenetljivo je bila skupna ocena višja za sendviče skladiščene pri 8 °C, ki so imeli po treh dneh boljšo teksturo in okus, po štirih dneh pa boljši izgled. Sedmi dan temperatura skladiščenja ni vplivala na kakovost sendvičev, ki je bila slaba.

MAP

Temperatura skladiščenja je statistično zelo visoko značilno vplivala na senzorično kakovost sendvičev tretji dan in statistično značilno vplivala sedmi dan skladiščenja. Skupna ocena je bila višja za sendviče skladiščene pri 2 °C, ki so imeli po treh dneh boljšo teksturo, po sedmih dneh pa so bile bolje ocenjene tudi ostale lastnosti, razen vonja. Četrti dan temperatura skladiščenja statistično ni vplivala na kakovost sendvičev.

4.1.3 Vpliv načina pakiranja na senzorično kakovost sendvičev

Preglednica 12: Vpliv načina pakiranja na senzorično kakovost sendvičev, hranjenih sedem dni na dveh različnih temperaturah.

temp. skladiščenja	2 °C			8 °C		
način pakiranja/ lastnost (max. št. točk)	običajno	MAP	p-v.	običajno	MAP	p-v.
3. dan						
izgled (3)	2,9 ± 0,2 ^a	3,0 ± 0,0 ^a	nz	2,6 ± 0,2 ^a	2,8 ± 0,3 ^a	nz
sestava vsebine (4)	3,4 ± 0,2 ^a	3,6 ± 0,3 ^a	nz	3,3 ± 0,3 ^a	3,3 ± 0,3 ^a	nz
tekstura (5)	3,7 ± 0,3 ^b	4,4 ± 0,3 ^a	***	4,2 ± 0,3 ^a	4,1 ± 0,3 ^a	nz
vonj (3)	2,4 ± 0,2 ^a	2,6 ± 0,2 ^a	nz	2,5 ± 0,0 ^a	2,6 ± 0,2 ^a	nz
okus (5)	4,1 ± 0,2 ^b	4,5 ± 0,0 ^a	***	4,4 ± 0,2 ^a	4,4 ± 0,2 ^a	nz
skupna ocena (20)	16,6 ± 0,4 ^b	18,1 ± 0,5 ^a	***	16,9 ± 0,4 ^a	17,2 ± 0,4 ^a	nz
4. dan						
izgled (3)	2,0 ± 0,3 ^b	2,4 ± 0,2 ^a	***	2,4 ± 0,2 ^a	2,4 ± 0,2 ^a	nz
sestava vsebine (4)	3,3 ± 0,3 ^a	3,3 ± 0,3 ^a	nz	3,3 ± 0,3 ^a	3,3 ± 0,3 ^a	nz
tekstura (5)	4,1 ± 0,2 ^a	4,3 ± 0,3 ^a	nz	4,2 ± 0,4 ^a	4,0 ± 0,3 ^a	nz
vonj (3)	2,4 ± 0,2 ^a	2,5 ± 0,0 ^a	nz	2,6 ± 0,2 ^a	2,5 ± 0,0 ^a	nz
okus (5)	4,3 ± 0,3 ^a	4,5 ± 0,0 ^a	nz	4,3 ± 0,3 ^a	4,4 ± 0,2 ^a	nz
skupna ocena (20)	16,1 ± 0,5 ^b	17,0 ± 0,4 ^a	***	16,8 ± 0,4 ^a	16,7 ± 0,4 ^a	nz
7. dan						
izgled (3)	2,5 ± 0,0 ^a	2,5 ± 0,0 ^a	-	2,4 ± 0,2 ^a	2,3 ± 0,3 ^a	nz
sestava vsebine (4)	2,4 ± 0,5 ^b	2,7 ± 0,3 ^a	*	2,7 ± 0,5 ^a	2,2 ± 0,6 ^b	*
tekstura (5)	3,8 ± 0,4 ^a	4,0 ± 0,3 ^a	nz	3,8 ± 0,3 ^a	3,6 ± 0,3 ^b	nz
vonj (3)	2,0 ± 0,3 ^a	2,2 ± 0,3 ^a	nz	2,2 ± 0,3 ^a	2,1 ± 0,4 ^b	nz
okus (5)	3,7 ± 0,6 ^a	3,7 ± 0,4 ^a	nz	3,6 ± 0,8 ^a	3,1 ± 1,2 ^b	nz
skupna ocena (20)	14,5 ± 1,0 ^a	15,1 ± 0,7 ^a	nz	14,6 ± 1,5 ^b	13,3 ± 2,1 ^a	*

*** p ≤ 0,001 statistično zelo visoko značilen vpliv; ** p ≤ 0,01 statistično visoko značilen vpliv; * p ≤ 0,05 statistično značilen vpliv; nz – neznačilen vpliv (p > 0,05); ^{a,b,c} vrednosti v isti vrstici, ki v oznaki nimajo enake nobene od črk, se statistično značilno razlikujejo (p < 0,05).

Skladiščenje pri 2 °C

Tretji in četrti dan skladiščenja so bili sendviči pakirani v MAP statistično višje ocenjeni za skupni vtis zaradi boljše teksture in okusa (3. dan) ter boljšega izgleda (4. dan). Tudi 7. dan so bili sendviči pakirani v MAP boljši, vendar razlike, razen v sestavi vsebine, niso bile značilne.

Skladiščenje pri 8 °C

Pri višji temperaturi skladiščenja so bile razlike v kakovosti MAP in običajno pakiranih sendvičih tretji in četrti dan majhne in neznačilne. Sedmi dan so bili sendviči pakirani v MAP značilno slabše kakovosti od običajno pakiranih sendvičev, predvsem zaradi slabše ocenjene sestave vsebine.

Ne glede na način pakiranja so bili sendviči sedmi dan skladiščenja senzorično slabe kakovosti.

4.2 REZULTATI MIKROBIOLOŠKIH PREISKAV

4.2.1 Vpliv časa skladiščenja na mikrobiološko kakovost sendvičev

Preglednica 13: Vpliv časa skladiščenja na mikrobiološko kakovost sendvičev, hranjenih na dveh različnih temperaturah in različno pakiranih.

Preiskava	N (log cfu/g)				p-v.
	0. dan	3. dan	4. dan	7. dan	
običajno pakiranje/2 °C					
skupno št. m.o.	4,38 ± 0,08 ^c	5,36 ± 0,14 ^a	5,51 ± 0,09 ^a	5,15 ± 0,11 ^b	***
kvasovke	1,78 ± 0,00 ^a	1,83 ± 0,16 ^a	1,78 ± 0,30 ^a	1,74 ± 0,23 ^a	nz
plesni	1,52 ± 0,47 ^a	1,77 ± 0,43 ^a	1,41 ± 0,12 ^a	1,60 ± 0,16 ^a	nz
mlečnokisl. bakt.	4,94 ± 0,03 ^c	5,35 ± 0,11 ^a	5,45 ± 0,08 ^a	5,12 ± 0,14 ^b	***
psihrofilni m.o.	3,45 ± 0,35 ^b	4,98 ± 0,13 ^a	4,93 ± 0,06 ^a	4,96 ± 0,03 ^a	***
<i>Bacillus</i>	< 2	< 2	< 2	< 2	
običajno pakiranje/8 °C					
skupno št. m.o.	4,38 ± 0,08 ^b	5,21 ± 0,27 ^a	5,16 ± 0,19 ^a	5,23 ± 0,06 ^a	*
kvasovke	1,78 ± 0,00 ^a	1,69 ± 0,42 ^a	1,83 ± 0,02 ^a	2,00 ± 0,13 ^a	nz
plesni	1,52 ± 0,47 ^a	1,59 ± 0,16 ^a	1,53 ± 0,32 ^a	1,49 ± 0,34 ^a	nz
mlečnokisl. bakt.	4,94 ± 0,03 ^a	5,22 ± 0,20 ^a	5,26 ± 0,27 ^a	5,29 ± 0,11 ^a	nz
psihrofilni m.o.	3,45 ± 0,35 ^b	4,97 ± 0,11 ^a	4,80 ± 0,12 ^a	4,75 ± 0,04 ^a	***
<i>Bacillus</i>	< 2	< 2	< 2	< 2	
MAP pakiranje/2 °C					
skupno št. m.o.	4,38 ± 0,08 ^b	5,51 ± 0,09 ^a	5,47 ± 0,07 ^a	5,19 ± 0,32 ^a	***
kvasovke	1,78 ± 0,00 ^a	1,67 ± 0,19 ^a	1,68 ± 0,11 ^a	1,83 ± 0,21 ^a	nz
plesni	1,52 ± 0,47 ^a	1,03 ± 0,48 ^a	1,49 ± 0,20 ^a	1,68 ± 0,14 ^a	nz
mlečnokisl. bakt.	4,94 ± 0,03 ^b	5,57 ± 0,10 ^a	5,55 ± 0,07 ^a	5,21 ± 0,26 ^b	***
psihrofilni m.o.	3,45 ± 0,35 ^b	5,10 ± 0,04 ^a	4,89 ± 0,13 ^a	5,03 ± 0,10 ^a	***
<i>Bacillus</i>	< 2	< 2	< 2	< 2	
MAP pakiranje/8 °C					
skupno št. m.o.	4,38 ± 0,08 ^b	5,38 ± 0,15 ^a	5,42 ± 0,10 ^a	5,42 ± 0,08 ^a	***
kvasovke	1,78 ± 0,00 ^a	1,65 ± 0,23 ^a	1,59 ± 0,14 ^a	1,60 ± 0,12 ^a	nz
plesni	1,52 ± 0,47 ^a	1,33 ± 0,14 ^a	1,39 ± 0,36 ^a	1,39 ± 0,11 ^a	nz
mlečnokisl. bakt.	4,94 ± 0,03 ^b	5,56 ± 0,07 ^a	5,53 ± 0,13 ^a	5,45 ± 0,07 ^a	***
psihrofilni m.o.	3,45 ± 0,35 ^b	4,97 ± 0,02 ^a	4,91 ± 0,11 ^a	4,99 ± 0,04 ^a	***
<i>Bacillus</i>	< 2	< 2	< 2	< 2	

*** p ≤ 0,001 statistično zelo visoko značilen vpliv; ** p ≤ 0,01 statistično visoko značilen vpliv; * p ≤ 0,05 statistično značilen vpliv; nz – neznačilen vpliv (p > 0,05); ^{a,b,c} vrednosti v isti vrstici, ki v oznaki nimajo enake nobene od črk, se statistično značilno razlikujejo (p < 0,05).

Število nekaterih mikroorganizmov (skupno št. mikroorganizmov, mlečnokislinske bakterije, psihofilni mikroorganizmi) se je malo povečalo v prvih treh dneh skladiščenja. Z nadaljnjim skladiščenjem je število mikroorganizmov, ki smo jih določali v vzorcih, ostalo nespremenjeno.

4.2.2 Vpliv temperature skladiščenja na mikrobiološko kakovost sendvičev

Preglednica 14: Vpliv temperature skladiščenja na mikrobiološko kakovost sendvičev, hranjenih sedem dni in različno pakiranih.

pakiranje	N (log cfu/g)					
	običajno			MAP		
	temp.	2 °C	8 °C	p-v.	2 °C	8 °C
preiskava	3. dan					
skupno št. m.o.	5,36 ± 0,14 ^a	5,21 ± 0,27 ^a	nz	5,51 ± 0,09 ^a	5,38 ± 0,15 ^a	nz
kvasovke	1,83 ± 0,16 ^a	1,69 ± 0,42 ^a	nz	1,67 ± 0,19 ^a	1,65 ± 0,23 ^a	nz
plesni	1,77 ± 0,43 ^a	1,59 ± 0,16 ^a	nz	1,03 ± 0,48 ^a	1,33 ± 0,14 ^a	nz
mlečnokisl.bakt.	5,35 ± 0,11 ^a	5,22 ± 0,20 ^a	nz	5,57 ± 0,10 ^a	5,56 ± 0,07 ^a	nz
psihofilni m.o.	4,98 ± 0,13 ^a	4,97 ± 0,11 ^a	nz	5,10 ± 0,04 ^a	4,97 ± 0,02 ^b	*
<i>Bacillus</i>	< 2	< 2		< 2	< 2	
	4. dan					
skupno št. m.o.	5,51 ± 0,09 ^a	5,16 ± 0,19 ^a	nz	5,47 ± 0,07 ^a	5,42 ± 0,10 ^a	nz
kvasovke	1,78 ± 0,30 ^a	1,83 ± 0,02 ^a	nz	1,68 ± 0,11 ^a	1,59 ± 0,14 ^a	nz
plesni	1,41 ± 0,12 ^a	1,53 ± 0,32 ^a	nz	1,49 ± 0,20 ^a	1,39 ± 0,36 ^a	nz
mlečnokisl.bakt.	5,45 ± 0,08 ^a	5,26 ± 0,27 ^a	nz	5,55 ± 0,07 ^a	5,53 ± 0,13 ^a	nz
psihofilni m.o.	4,93 ± 0,06 ^a	4,80 ± 0,12 ^a	nz	4,89 ± 0,13 ^a	4,91 ± 0,11 ^a	nz
<i>Bacillus</i>	< 2	< 2		< 2	< 2	
	7. dan					
skupno št. m.o.	5,15 ± 0,11 ^a	5,23 ± 0,06 ^a	nz	5,19 ± 0,32 ^a	5,42 ± 0,08 ^a	nz
kvasovke	1,74 ± 0,23 ^a	2,00 ± 0,13 ^a	nz	1,83 ± 0,21 ^a	1,60 ± 0,12 ^a	nz
plesni	1,60 ± 0,16 ^a	1,49 ± 0,34 ^a	nz	1,68 ± 0,14 ^a	1,39 ± 0,11 ^a	nz
mlečnokisl.bakt.	5,12 ± 0,14 ^a	5,29 ± 0,11 ^a	nz	5,21 ± 0,26 ^a	5,45 ± 0,07 ^a	nz
psihofilni m.o.	4,96 ± 0,03 ^a	4,75 ± 0,04 ^b	***	5,03 ± 0,10 ^a	4,99 ± 0,04 ^a	nz
<i>Bacillus</i>	< 2	< 2		< 2	< 2	

*** p ≤ 0,001 statistično zelo visoko značilen vpliv; ** p ≤ 0,01 statistično visoko značilen vpliv; * p ≤ 0,05 statistično značilen vpliv; nz – neznačilen vpliv (p > 0,05); ^{a,b,c} vrednosti v isti vrstici, ki v oznaki nimajo enake nobene od črk, se statistično značilno razlikujejo (p < 0,05).

Iz preglednice 14 lahko povzamemo, da testirani temperaturi skladiščenja nista pomembneje vplivali na mikrobiološko kakovost sendvičev ne glede na način pakiranja.

4.2.3 Vpliv načina pakiranja na mikrobiološko kakovost sendvičev

Preglednica 15: Vpliv načina pakiranja na mikrobiološko kakovost sendvičev, hranjenih sedem dni na dveh različnih temperaturah.

temp. pakiranje	N (log cfu/g)					
	2 °C			8 °C		
	običajno	MAP	p-v.	običajno	MAP	p-v.
3. dan						
skupno št. m.o.	5,36 ± 0,14 ^a	5,51 ± 0,09 ^a	nz	5,21 ± 0,27 ^a	5,38 ± 0,15 ^a	*
kvasovke	1,83 ± 0,16 ^a	1,67 ± 0,19 ^a	nz	1,69 ± 0,42 ^a	1,65 ± 0,23 ^a	nz
plesni	1,77 ± 0,43 ^a	1,03 ± 0,48 ^b	*	1,59 ± 0,16 ^a	1,33 ± 0,14 ^a	nz
mlečnokisl. bakt.	5,35 ± 0,11 ^a	5,57 ± 0,10 ^a	nz	5,22 ± 0,20 ^a	5,56 ± 0,07 ^b	*
psihrofilni m.o.	4,98 ± 0,13 ^a	5,10 ± 0,04 ^a	nz	4,97 ± 0,11 ^a	4,97 ± 0,02 ^a	nz
<i>Bacillus</i>	< 2	< 2		< 2	< 2	
4. dan						
skupno št. m.o.	5,51 ± 0,09 ^a	5,47 ± 0,07 ^a	nz	5,16 ± 0,19 ^a	5,42 ± 0,10 ^a	nz
kvasovke	1,78 ± 0,30 ^a	1,68 ± 0,11 ^a	nz	1,83 ± 0,02 ^a	1,59 ± 0,14 ^a	nz
plesni	1,41 ± 0,12 ^a	1,49 ± 0,20 ^a	nz	1,53 ± 0,32 ^a	1,39 ± 0,36 ^a	nz
mlečnokisl. bakt.	5,45 ± 0,08 ^a	5,55 ± 0,07 ^b	**	5,26 ± 0,27 ^a	5,53 ± 0,13 ^a	nz
psihrofilni m.o.	4,93 ± 0,06 ^a	4,89 ± 0,13 ^a	nz	4,80 ± 0,12 ^a	4,91 ± 0,11 ^a	nz
<i>Bacillus</i>	< 2	< 2		< 2	< 2	
7. dan						
skupno št. m.o.	5,15 ± 0,11 ^b	5,19 ± 0,32 ^a	nz	5,23 ± 0,06 ^a	5,42 ± 0,08 ^b	*
kvasovke	1,74 ± 0,23 ^a	1,83 ± 0,21 ^a	nz	2,00 ± 0,13 ^a	1,60 ± 0,12 ^b	nz
plesni	1,60 ± 0,16 ^a	1,68 ± 0,14 ^a	nz	1,49 ± 0,34 ^a	1,39 ± 0,11 ^a	nz
mlečnokisl. bakt.	5,12 ± 0,14 ^a	5,21 ± 0,26 ^a	nz	5,29 ± 0,11 ^a	5,45 ± 0,07 ^a	nz
psihrofilni m.o.	4,96 ± 0,03 ^a	5,03 ± 0,10 ^a	nz	4,75 ± 0,04 ^a	4,99 ± 0,04 ^b	**
<i>Bacillus</i>	< 2	< 2		< 2	< 2	

*** p ≤ 0,001 statistično zelo visoko značilen vpliv; ** p ≤ 0,01 statistično visoko značilen vpliv; * p ≤ 0,05 statistično značilen vpliv; nz – neznačilen vpliv (p > 0,05); ^{a,b,c} vrednosti v isti vrstici, ki v oznaki nimajo enake nobene od črk, se statistično značilno razlikujejo (p < 0,05).

Pri sendvičih pakiranih v MAP je bila v primerjavi z običajno pakiranimi, nekoliko večja populacija mlečnokislinskih bakterij po treh (T = 8 °C) oziroma štirih dneh (T = 2 °C) skladiščenja. Sedmi dan skladiščenja pri 8 °C je bilo pri sendvičih pakiranih v MAP malo večje število psihrofilov, medtem ko pri skladiščenju pri nizki temperaturi (2 °C) razlik med obema načinoma pakiranja ni bilo.

4.3 REZULTATI FIZIKALNO KEMIJSKIH ANALIZ

4.3.1 Vrednosti pH

Preglednica 16: Rezultati vrednosti pH sendvičev z izračunanimi osnovnimi statističnimi parametri

parameter	n	\bar{x}	min	max	so	KV (%)
vrednost pH	48	6,12	5,92	6,34	1,11	1,79

n - število obravnavanj; \bar{x} - povprečna vrednost; min - minimalna vrednost; max - maksimalna vrednost; so - standardni odklon deviacija; KV (%) - koeficient variabilnosti

Preglednica 17: Vpliv časa skladiščenja na vrednost pH sendvičev, hranjenih na dveh različnih temperaturah in različno pakiranih.

čas skladiščenja	po izdelavi	3. dan	4. dan	7. dan	p-vred.
navadno pakiranje/2 °C					
vrednost pH	6,00±0,11 ^b	6,28±0,06 ^a	6,13±0,12 ^{ab}	6,23±0,07 ^a	*
navadno pakiranje/8 °C					
vrednost pH	6,00±0,11 ^b	6,21±0,04 ^a	6,22±0,08 ^a	6,20±0,09 ^a	*
MAP pakiranje/2 °C					
vrednost pH	6,00±0,11 ^a	6,13±0,05 ^a	6,10±0,03 ^a	6,12±0,06 ^a	nz
MAP pakiranje/8 °C					
vrednost pH	6,00±0,11 ^b	6,19±0,05 ^a	6,08±0,03 ^{ab}	6,09±0,03 ^{ab}	*

*** p ≤ 0,001 statistično zelo visoko značilen vpliv; ** p ≤ 0,01 statistično visoko značilen vpliv; * p ≤ 0,05 statistično značilen vpliv; nz – neznačilen vpliv (p > 0,05); ^{a,b,c} vrednosti v isti vrstici, ki v oznaki nimajo enake nobene od črk, se statistično značilno razlikujejo (p < 0,05).

Preglednica 18: Vpliv temperature skladiščenja na vrednost pH sendvičev, hranjenih sedem dni in različno pakiranih.

pakiranje	navadno			MAP		
	temp.	2 °C	8 °C	p-vred.	2 °C	8 °C
3. dan						
vrednost pH	6,28±0,06 ^a	6,21±0,04 ^a	nz	6,13±0,05 ^a	6,19±0,05 ^a	nz
4. dan						
vrednost pH	6,13±0,12 ^a	6,22±0,08 ^a	nz	6,10±0,03 ^a	6,08±0,03 ^a	nz
7. dan						
vrednost pH	6,23±0,07 ^a	6,20±0,09 ^a	nz	6,12±0,06 ^a	6,09±0,03 ^a	nz

*** p ≤ 0,001 statistično zelo visoko značilen vpliv; ** p ≤ 0,01 statistično visoko značilen vpliv; * p ≤ 0,05 statistično značilen vpliv; nz – neznačilen vpliv (p > 0,05); ^{a,b,c} vrednosti v isti vrstici, ki v oznaki nimajo enake nobene od črk, se statistično značilno razlikujejo (p < 0,05).

Preglednica 19: Vpliv načina pakiranja na vrednost pH sendvičev, hranjenih sedem dni na dveh različnih temperaturah.

temp. pakiranje	2 °C			8 °C		
	navadno	MAP	p-v.	navadno	MAP	p-v.
3. dan						
vrednost pH	6,28±0,06 ^a	6,13±0,05 ^b	*	6,19±0,05 ^a	6,21±0,04 ^a	nz
4. dan						
vrednost pH	6,13±0,12 ^a	6,10±0,03 ^a	nz	6,08±0,03 ^b	6,22±0,08 ^a	*
7. dan						
vrednost pH	6,20±0,09 ^a	6,12±0,06 ^a	nz	6,09±0,03 ^b	6,23±0,07 ^a	*

*** $p \leq 0,001$ statistično zelo visoko značilen vpliv; ** $p \leq 0,01$ statistično visoko značilen vpliv; * $p \leq 0,05$ statistično značilen vpliv; nz – neznačilen vpliv ($p > 0,05$); ^{a,b,c} vrednosti v isti vrstici, ki v oznaki nimajo enake nobene od črk, se statistično značilno razlikujejo ($p < 0,05$).

Ugotovili smo, da je vrednost pH odvisna predvsem od časa skladiščenja in načina pakiranja sendvičev (preglednica 19).

Vrednost pH se je po treh dneh skladiščenja dvignila, potem pa do konca skladiščenja ostala približno na isti ravni.

Sendviči pakirani v MAP imajo po 3. do 7. dneh skladiščenja približno za 0,1 pH enote nižji pH od običajno pakiranih sendvičev.

4.3.2 Vrednost a_w

Vrednost a_w smo določali svežim vzorcem ter vzorcem po četrtem in sedmem dnevu skladiščenja. Določali smo a_w majoneze, mesa in kruha. Rezultati merjenja so prikazani v preglednici 20.

Preglednica 20: Izmerjene a_w vrednosti posameznih sestavin sendviča

merjena sestavina / čas skladišč.	po izdelavi	4. dan	7. dan
majoneza	0,988	0,986	0,978
meso	0,982	0,988	0,977
kruh	0,914	0,942	0,959

Vrednost a_w majoneze in mesa se je s časom skladiščenja zmanjševal, a_w kruha pa se je večal.

4.3.3 Energijska vrednost sendvičev

Preglednica 21: Sestava (g/100g) in energijska vrednost (kJ/100g) sendvičev

sestavina	masa (g/100g sendviča)	energ. vredn. (kJ/100g sendviča)	energ. vredn. (%)
voda	48,61	0	0
beljakovine	11,96	204,99	19,22
maščobe	10,96	426,34	39,99
ogljikovi hidrati	25,37	434,84	40,78
vlaknine *	1,40	-	-
skupne mineralne novi	1,70	-	-
sendvič (g)	100	1066,17	47,62
sendvič – cel (g)	210	2239,00	100,00

* Vrednosti vlaknine nismo eksperimentalno določali, ampak smo podatek povzeli iz literature (Nutrition Data, 2008). Vrednost v literaturi je bila podana za sendvič s podobno sestavo kot jo je imel preiskovani sendvič v nalogi.

Ugotovili smo, da se energijska vrednost analiziranega sendviča (preglednica 21) bistveno razlikuje od priporočenih dnevnih potreb po energiji. Vrednost beljakovin je bila nekoliko povišana, maščob je bilo preveč, ogljikovih hidratov pa premalo.

5 RAZPRAVA IN SKLEPI

5.1 RAZPRAVA

Namen diplomske naloge je bil ugotoviti, kako različni metodi pakiranja in temperaturi skladiščenja vplivata na senzorično in mikrobiološko kakovost ter obstojnost sendvičev. Senzorična analiza, mikrobiološke preiskave in fizikalno-kemijske analize so bile opravljene na dan pakiranja, nato tretji, četrti in sedmi dan skladiščenja, v treh ponovitvah.

Primerjali smo obstojnost sendvičev pakiranih v običajni atmosferi in pakiranih v modificirani atmosferi (MAP) s sestavo 50 % N₂ in 50 % CO₂ po skladiščenju pri dveh temperaturah 2 in 8 °C.

Senzorična analiza je pokazala, da so se lastnosti sendvičev po tretjem dnevu skladiščenja značilno poslabšale, po četrtem dnevu so bili sendviči približno enako ocenjeni kot po tretjem dnevu, sedmi dan pa so senzorične lastnosti zelo poslabšale. Glede na način pakiranja in temperaturo skladiščenja sta bili boljše ocenjeni kombinaciji pakiranja v modificirani atmosferi in skladiščenja pri 2 °C ter pakiranje v običajni atmosferi in skladiščenje pri 8 °C. Pri primerjavi teh dveh načinov pakiranja pa smo ugotovili, da so bili sendviči boljše kakovosti pakirani v modificirani atmosferi in skladiščeni pri 2 °C.

Največje razlike so bile v teksturi kruha. Svež kruh je bil mehak, pri skladiščenju pri nižji temperaturi je postajal vedno bolj suh in drobljiv, pri skladiščenju pri višji temperaturi pa lepljiv. Lepljivost kruha je bila verjetno posledica povečevanja vrednosti a_w zaradi vsrkavanja vlage iz nadeva.

V vonju in okusu so bile zelo opazne razlike med svežimi vzorci sendvičev in po zadnjem dnevu skladiščenja. Na začetku sta bila vonj in okus neizrazita, zadnji dan pa so se pojavili priokusi po starem, grenkem, kislem, verjetno zaradi delovanja mikroorganizmov.

Z mikrobiološkimi preiskavami smo ugotovili, da se je število nekaterih mikroorganizmov (skupno št. MO, MkB in psihrofilni MO) malo povečalo v prvih treh dneh skladiščenja. Z nadaljnjim skladiščenjem se je št. MO, ki smo jih določali v vzorcih, ostalo nespremenjeno. Williamson in sod. (2003) so pri podobni raziskavi sendvičev tudi ugotovili prisotnost velikega števila bakterij iz družine Enterobacteriaceae in skupnega števila aerobnih bakterij. Sklepali so, da je za to kriva sveža zelenjava, saj je zaradi svoje strukture marsikdaj problematična za učinkovito čiščenje in tako že kot začetna surovina vsebuje veliko neželenih mikroorganizmov.

Ugotovili smo, da različni temperaturi skladiščenja nista pomembneje vplivali na mikrobiološko kakovost sendvičev, saj ni bilo razlik v številu MO.

Primerjava dveh načinov pakiranja je pokazala, da so mlečnokislinske bakterije bolje rasle v nekaterih sendvičih pakiranih v MAP. Populacija MkB v sendvičih pakiranih v MAP je bila v primerjavi s populacijo MkB v običajno pakiranih sendvičih nekoliko večja po treh (T = 8°C) oziroma po štirih dneh (T = 2°C) skladiščenja. Iz literature (Gould, 1996) vemo, da MkB bolje uspevajo v prisotnosti CO₂; sendviči pri našem eksperimentalnem delu so

bili pakirani v začetno MAP s 50 % N₂ in 50 % CO₂. Za ostale MO smo predvidevali, da bo CO₂ inhibiral njihovo rast. Sedmi dan skladiščenja pri 8 °C smo pri sendvičih pakiranih v MAP določili malo večje št. psihrofilov, medtem ko pri skladiščenju pri 2 °C razlik v številu mikroorganizmov v različno pakiranih sendvičih ni bilo.

Merjenje vrednosti pH je pokazalo, da se je pH povečeval s časom skladiščenja. Ugotovili smo, da je bila vrednost pH sendvičev pakiranih v MAP nižja od vrednosti pH sendvičev pakiranih v običajni atmosferi. Razlog za to je bil najverjetneje prisoten CO₂ v MAP, ki znižuje pH, kot opisujejo tudi Smith in sod. (1992).

Vrednost a_w smo določali posameznim komponentam sendviča. Ugotovili smo, da so se vrednosti a_w majoneze in mesa s časom skladiščenja zmanjšali, vrednost a_w kruha pa se je povečal. Predvidevamo, da je do tega prišlo zaradi vpijanja vlage iz nadeva in namaza v kruh.

Energijsko vrednost sendviča smo določali, ker smo hoteli ugotoviti, kako primeren je bil preiskovani sendvič za prehrano ljudi. Ugotovili smo, da je sendvič vseboval nekoliko preveč beljakovin in veliko preveč maščob. Referenčne vrednosti za vnos hranil (2004) priporočajo, da dnevno zaužijemo 15-30 % maščob, preiskovani sendvič jih je vseboval skoraj 40 %. Tako velik odstotek je bil posledica cvrtega mesa in majoneze v nadevu. Vrednost ogljikovih hidratov pa je bila premajhna v primerjavi s priporočenimi vrednostmi. Iz tega lahko povzamem, da je obravnavani sendvič prehransko neprimeren za vsakodnevno prehrano.

5.2 SKLEPI

Na podlagi opravljenih mikrobioloških preiskav, senzoričnih in fizikalno-kemijskih analiz sendvičev pakiranih v običajni in modificirani atmosferi ter hranjenih v hladilniku pri temperaturi 2 in 8 °C, lahko sklepamo naslednje:

- Med skladiščenjem so se senzorične lastnosti in mikrobiološka kakovost sendvičev slabšale. Tretji dan skladiščenja smo opazili porast števila mikroorganizmov, kar je deloma tudi vplivalo na senzorično kakovost. Nekoliko se je povečalo št. MkB in št. psihrofilnih MO.
- Za senzorično kakovost so bili najbolj ocenjeni sendviči pakirani v modificirani atmosferi in skladiščeni v hladilniku pri 2 °C.
- Izmed senzoričnih lastnosti se je najbolj poslabšala tekstura kruha in mesa. Kruh hranjen pri nižjih temperaturah je postajal suh in drobljiv, pri višjih temperaturah pa lepljiv. Lepljivost kruha je bila posledica naraščanja a_w zaradi vsrkavanja vlage iz nadeva. Meso je bilo ves čas nekoliko trše in gumijasto, ob kocu skladiščenja je odpadala panada.
- Vonj in aroma sendvičev sta bila vse dni neizrazita, sedmi dan skladiščenja so se pojavili priokusi po starem, grenkem in kislem. Na pojav priokusov je deloma vplivalo povečano število mlečnokislinskih bakterij, retrogradacija škroba pri kruhu.
- pH sendvičev pakiranih v MAP je bil nižji od pH sendvičev pakiranih v običajni atmosferi, na kar je vplivala prisotnost CO₂ v embalaži. Kljub temu pa se je med skladiščenjem pH povečal pri obeh načinih pakiranja.
- Preiskovan sendvič ne spada med najbolj zdrave obroke, ker se energijska vrednost kar precej razlikuje od priporočenih vrednosti. Vsebuje preveliko količino maščob (40 %), nekoliko preveč beljakovin in premalo ogljikovih hidratov.

6 POVZETEK

Sendviče uvrščamo med izdelke, namenjene za predjed ali pa kot samostojno jed. Na tržišču je danes prisotnih veliko različnih vrst sendvičev, ki se med seboj razlikujejo po načinu priprave, vrsti kruha, namaza, nadeva in drugih dodatkov (npr. polnozrnat, piščančji, s pršutom, tunin, vegetarijanski, sirni in drugo).

Zaradi vsebnosti različnih sestavin, sendviči spadajo med mikrobiološko občutljiva živila. Hranimo jih pri temperaturi do 8 °C, porabiti pa jih je potrebno v roku 4-5 dni po izdelavi. Ker se senzorična in mikrobiološka kakovost sendvičev med skladiščenjem lahko bistveno spremenita, je bil namen diplomskega dela ugotoviti vpliv različnih načinov pakiranja in različnih temperatur skladiščenja na obstojnost sendvičev.

Na osnovi predposkusa, v katerem smo mikrobiološko preiskali in senzorično analizirali pet različnih sendvičev, smo za glavni poskus izbrali sendvič z naslednjo sestavo: bela žemlja, paniran piščančji file, majoneza, kislá smetana, kečup in zelena solata. Izbran sendvič smo mikrobiološko preiskali ter opravili senzorične in fizikalno-kemijske analize v različnih časovnih intervalih, in sicer na dan pakiranja sendvičev, nato tretji, četrti in sedmi dan skladiščenja. Sendviči so bili pakirani v običajni atmosferi in modificirani atmosferi (50 % N₂, 50 % CO₂) in skladiščeni pri 2 in 8 °C. Z mikrobiološkimi preiskavami smo ugotavljali skupno število mikroorganizmov, število kvasovk in plesni, število mlečnokislinskih bakterij, število aerobnih psihrofilnih mikroorganizmov ter število bakterij rodu *Bacillus*. Senzorično smo ocenili zunanji izgled izdelka, funkcionalnost embalaže, teksturo, vonj in okus. Pri fizikalno-kemijskih analizah smo določali vrednost pH, vrednost a_w, odstotek vode, beljakovin, maščob in pepela v svežem izdelku ter na osnovi teh vrednosti izračunali energijsko vrednost.

Predpostavili smo, da bodo dlje časa obstojni sendviči pakirani v modificirani atmosferi in skladiščeni pri 8 °C, v običajnem pakiranju pa bodo dlje časa obstojni sendviči skladiščeni pri 2 °C.

Rezultati dobljeni v praktičnem delu naloge so pokazali, da ni bilo zelo velikih razlik v obstojnosti sendvičev glede na skladiščne razmere. Senzorično so bili nekoliko boljše ocenjeni sendviči pakirani v MAP in skladiščeni pri 2 °C. S časom skladiščenja sta se najbolj slabšali teksturi kruha in mesa. Kruh hranjen pri nižjih temperaturah je postajal trd in drobljiv, hranjen pri višjih temperaturah pa lepljiv. Mesu je ob koncu skladiščenja odpadala panada. Zadnji dan skladiščenja so se pojavili razni priokusi po starem, grenkem, kislem.

Mikrobiološke preiskave so pokazale, da se je po treh dneh malo povečalo skupno št. MO, št. MkB in št. psihrofilnih MO, z nadaljnjim skladiščenjem je št. preiskovanih mikroorganizmov ostalo nespremenjeno.

Pakiranje v MAP je v nekaterih sendvičih vplivalo na rast MkB in psihrofilnih MO. V primerjavi z običajnim pakiranjem sendvičev, je bila nekoliko večja populacija MkB v MAP po treh (T = 8 °C) oziroma štirih dneh (T = 2 °C) skladiščenja. Sedmi dan

skladiščenja pri 8 °C pa je bilo malo večje št. psihrofilnih MO pri sendvičih pakiranih v MAP.

Določili smo tudi vrednosti pH in a_w . Vrednost pH je bila manjša pri sendvičih pakiranih v MAP zaradi prisotnosti CO₂. S časom skladiščenja pa je bil pH povečan pri obeh načinih pakiranja. Vrednost a_w majoneze in mesa se je zmanjšala, pri kruhu pa se je povečala zaradi vpivanja vlage iz mesa in majoneze.

Z določanjem hranilne in energijske vrednosti sendviča smo ugotovili, da obravnavani sendvič spada med prehransko manj ustrezna živila, saj je vseboval veliko maščob, preveč beljakovin in premalo ogljikovih hidratov.

7 VIRI

- Adamič J., Smole Možina S., Jeršek B. 2003. Vloga in pomen mikroorganizmov v živilih in taksonomija. V: Mikrobiologija živil živalskega izvora. Bem Z., Adamič J., Žlender B., Smole Možina S., Gašperlin L. (ur.). Ljubljana, Biotehniška fakulteta, Oddelek za živilstvo: 1 – 45
- Adams M. R., Moss M. O. 2000. Food microbiology. 2nd ed. Guildford, Royal Society of Chemistry: 479 str.
- Bizant G., Okorn A., Škof I. 2000. Študentska prehrana. Ljubljana, ŠOU: 30 str.
- Bučar F. 1975. Fiziološke osnove sensorike živil. V: Sensorika živil. 1. Živilski dnevi, Ljubljana, december, 1975. Ljubljana, Biotehniška fakulteta, Živilsko tehnološki oddelek: 21 – 31
- Cousin M. A., Jay J. M., Vasavada P. C. 2001. Psychotrophic microorganisms. V: Compendium of methods for the microbiological examination of foods. Downes F. P., Ito K. (eds.) 4th ed. Washington, APHA: 159 - 166
- Davies A. R. 1995. Advances in modified atmosphere packaging. V: New methods of food preservation. Gould G. W. (ed.). Glasgow, Chapman&Hall: 304 – 320
- Dixon N. M., Kell D. B. 1989. The inhibition by CO₂ of the growth and metabolism of microorganisms. A review. Journal of Applied Bacteriology, 62, 2: 109 – 136
- Fang T. J., Wei Q., Liao C., Hung M., Wang T. 2003. Microbiological quality of 18 °C ready-to-eat food products sold in Taiwan. International Journal of Food Microbiology, 80: 241 – 250
- Food Safety Authority of Ireland. 2005. 18 Guidance Note: Determination of Product Shelf-Life. Dublin, Food Safety Authority of Ireland.
http://www.fsai.ie/publications/guidance_notes/gn18.pdf (september 2007): 56 str.
- Garbutt J. 1997. Essentials of food microbiology. London, Arnold: 250 str.
- Gašperlin L. 1995. Pakiranje svežega mesa. V: Podaljšanje obstojnosti živil. 17. Bitenčevi živilski dnevi '95, Ljubljana 8. – 10. junij 1995. Klofutar Č., Hribar J., Žlender B., Plestenjak A., Pokorn J., Rudan – Tasič D., Wondra M. (ur.). Ljubljana, Biotehniška fakulteta, Oddelek za živilstvo: 157 - 166
- Goljat A. 2004. Kruh. Ljubljana, ČZD Kmečki glas: 141 str.
- Golob T., Bertoncej J., Doberšek U., Jamnik M. 2005. Senzorična analiza: metode in preskuševalci. Acta Agriculturae Slovenica, 85, 1: 55 – 66
- Golob T., Bertoncej J., Doberšek U., Jamnik M. 2006. Senzorična analiza živil. Ljubljana, Biotehniška fakulteta, Oddelek za živilstvo: 81 str.
- Golob T., Stibilj V., Žlender B., Doberšek U., Jamnik M., Polak T., Salobir J., Čandek-Potokar M. 2006. Slovenske prehranske tabele – meso in mesni izdelki. Ljubljana, Biotehniška fakulteta, Oddelek za živilstvo: 147 – 164
- Gould G. W. 1996. Methods for preservation and extension of shelf life. International Journal of Food Microbiology, 33: 51 – 64

- Hrovat M. 2000. Tehnološke osnove proizvodnje kruha. 1. natis. Ljubljana, Tehniška založba Slovenije: 78 str.
- Jeršek B. 2005. Sledenje mikroorganizmov. V: Sledljivost živil. 23. Bitenčevi živilskidnevi 2005, Ljubljana 31. marec in 1. april 2005. Gašperlin L., Žlender B. (ur.). Ljubljana, Biotehniška fakulteta, Oddelek za živilstvo: 199 – 209
- Klub Gaia. 2008. Solata. Vrhnika, Klub Gaia.
<http://www.klubgaia.com/?tpl=vseved&sid=40> (29. jan. 2008): 1 str.
- Kodele M., Suwa – Stanojević M., Gliha M. 1997. Prehrana. 1. izdaja. Ljubljana, DZS: 270 str.
- Kodele M., Suwa – Stanojević M. 2003. Prehrana. 2. izd. Ljubljana, DZS: 295 str.
- Labensky S. R., Hause A. M. 2007. On cooking: a textbook of culinary fundamentals. 4th ed. New Jersey, Pearson Prentice Hall: 960 – 968
- Lindroth S. E., Korkeala H. J., Suihko M. J., Aalto M. J., Kuhmonen A. A., Penttila P. J. 1985. Microbiological and sensory quality changes in cabbage casserole and mixed vegetable salad with mayonnaise during storage. *Journal of Food Protection*, 48, 4: 292 – 299
- Little C. L., Mitchell R. T., Barnes J. 2001. Microbiological examination of food from take-aways and sandwich bars. London, Food Standards Agency
<http://www.food.gov.uk/multimedia/pdfs/microexamfood.pdf> (7. 2. 2008): 18 str.
- Marsh K., Bugusu B. 2007. Food packaging-roles, materials and environmental issues. *Journal of Food Science*, 72, 3: 39 – 55
- Meilgaard M. C., Civille G. V., Carr T. B. 2007. Sensory evaluation techniques. 4th ed. Boca Raton, CRC Press: 5 – 24
- Melton S. L. 1996. Sensory evaluation of frying fat and deep – fried products. V: Deep frying: chemistry, nutrition and practical applications. Perkins E., Erickson M. D. (eds.). Champaign, AOCS Press: 311 – 321
- Mlekarna Celeia d.o.o. 2006. Kisla smetana zelene doline. Arja vas, Mlekarna Celeia
http://www.mlekarna-celeia.si/kisla_smetana.html (30. jan. 2008): 1 str.
- Murcia M. A., Martínez-Tomé M., Nicolás M. C., Vera A. M. 2003. Extending the shelf-life and proximate composition stability of ready to eat foods in vacuum or modified atmosphere packaging. *Food Microbiology*, 20: 671 – 679
- Pakirni materiali. 2007. Maribor, Petruzalek s.r.o.
<http://www.petruzalek.si/katalog/pakirni-materiali.html> (6. feb. 2008): 2 str.
- Parry R. T. 1998. Introduction. V: Principles and applications of modified atmosphere, packaging of foods. Blakistone B. A. (ed.). 2nd ed. London, Blackie Academic & Professional: 1 – 17
- Plestenjak A. 1992. Tehnike pakiranja v sodobni Evropi. V: 5 E Zbornik strokovnega posveta Embalaža – ekologija – energija – ekonomija – Evropa, februar 1992. Cegnar F., Pejovnik S., Verbič M. (ur.). Ljubljana, Biotehniška fakulteta, Živilska tehnologija : 125 – 137

- Plestenjak A., Golob T. 2000. Analiza kakovosti živil. 2. izd. Ljubljana, Biotehniška fakulteta, Oddelek za živilstvo: 91 – 99
- Pokorn D., Gregorič B. 1997. Socialno medicinski vidiki hitre prehrane. V: Hitra hrana. Ljubljana, marec 1997. Pokorn D. (ur.). Ljubljana, Inštitut za higieno, Medicinska fakulteta: 21 – 35
- Pokorn J. 1990. Mikrobiologija v živilskih procesih. Ljubljana, Biotehniška fakulteta, Oddelek za živilstvo: 57 – 58, 75 – 83
- Pravilnik o kakovosti jedilnih rastlinskih olj, jedilnih rastlinskih masteh in majonezi. 2003. Uradni list Republike Slovenije, 13, 122: 16814-16814
- Rajar A., Satler M., Gašperlin L. 2003. Navodila za fizikalno–kemijske vaje iz tehnologije mesa. Interno gradivo. Ljubljana, Biotehniška fakulteta, Oddelek za živilstvo: 1 – 4
- Referenčne vrednosti za vnos hranil. 2004. 1. izd. Ljubljana, Ministrstvo za zdravje Republike Slovenije: 7 - 20
- Renčelj S., Prajner M., Bogataj J. 1993. Kruh na Slovenskem – dediščina, hrana in simbol, Ljubljana, ČZP Kmečki glas: 171 str.
- Robertson G. L. 2006. Modified atmosphere packaging. V: Food packaging, principles and practice. Robertson G. L. (ed.). 2nd ed. Boca Raton, CRC Press: 313 – 330
- Sandwich Packaging. 2006. East Sussex, RYE-PAC Packaging supplies http://www.ryepac.co.uk/sandwich_packaging_prd_STRI.aspx (6. feb. 2008) : 1 str.
- Sandwiches in Hong Kong. 2000. Hong Kong, The Government of the Hong Kong Special Administrative Region, Food and Environmental Hygiene Department. <http://www.fehd.gov.hk/safefood/report/sandwich/report.pdf> (junij 2008): 19 str.
- SAS Software. Version 8.01. 1999. Cary, SAS Institute Inc.: software
- Sendviči. 2005. Tržič, Učila International: 96 str.
- SIST EN ISO 4833: Microbiology – General guidance for the enumeration of micro-organisms – Colony count technique at 30 °C. 2003. 5 str.
- Souci S. W., Fachmann W., Kraut H. 2000. Food composition and nutrition tables. 6th ed. Scherz H., Senser F. (eds.). Stuttgart, Medpharm Scientific Publishers: 45, 377, 715, 1137
- Skvarča M. 1999. Gastronomija: osnove prehranjevanja, senzorične lastnosti hrane, sodobne tehnologije obdelave hrane. Maribor, Višja strokovna šola za gostinstvo: 9 – 18
- Skvarča M. 2001. Kemijska sestava perutnine. Meso in mesnine. 2, 4: 5 – 10
- Skvarča M., Gašperlin L., Žlender B. 2005. Interno poročilo o ocenjevanju sendvičev proizvajalca PETROL gostinstvo d.o.o.. Ljubljana, Biotehniška fakulteta, Oddelek za živilstvo: 12 str.
- Skvarča M., Žlender B. 2006. Interno poročilo o ocenjevanju sendvičev proizvajalca PETROL gostinstvo d.o.o.. Ljubljana, Biotehniška fakulteta, Oddelek za živilstvo: 4. str.
- Smith A. G., Day B. P. F. 2003. Chill foods: Effects of modified-atmosphere packaging on food quality. V: Encyclopedia of food sciences and nutrition. Vol. 2, 2nd ed. Caballero B., Trugo L. C., Finglas P. M. (eds.). Amsterdam, Academic Press: 1157 – 1163

- Smith J. P., Simpson B., Ramaswamy H. 1992. Packaging, Part 4: Modified atmosphere packaging – principles and applications. V: Encyclopedia of food science and technology. Vol. 3. Hui Y. H. (ed.). New York, A Wiley – Interscience Publication: 1982 – 1992
- Smole Možina S., Bem Z. 2003. Dejavniki razmnoževanja mikroorganizmov. V: Mikrobiologija živil živalskega izvora. Bem Z., Adamič J., Žlender B., Smole Možina S., Gašperlin L. (ur.). Ljubljana, Biotehniška fakulteta, Oddelek za živilstvo: 47 – 86
- Šmigoc V. 2001. Panirani proizvodi iz perutninskega mesa. Meso in mesnine. 2, 3: 56 – 57
- Thomas D. S., Davenport R. R. 1985. *Zygosaccaromyces bailli* – a profile of characteristic and spoilage activities. Food Microbiology, 2: 157 – 169
- Tung M. A., Britt I J., Yada S. 2001. Packaging considerations. V: Food shelf life stability: chemical, biochemical, and microbiological changes. Eskin N. A. M., Robinson D. S. (eds.). Boca Raton, CRC Press: 129 – 145
- Vujković I., Galić K., Vereš M. 2007. Ambalaža za pakiranje namirnica. Zagreb, Tectus: 498 str.
- Walker H. W. 1977. Spoilage of food by yeasts. Food Technology, 31, 2: 57 – 65
- Warner K., Eskin N. A. M. 1995. Methods to assess quality and stability of oils and fat-containing foods. Champaign, AOCS Press: 220 str.
- Willan A. 1992. Velika šola kuhanja: sestavine- tehnike – recepti. Ljubljana, Slovenska knjiga: 528 str.
- Williamson K., Allen G., Bolton F. J. 2000. Report of the greater Manchester/Lancashire/PHLS Liaison Group survey on the microbiological examination of meat/salad sandwiches from small retail premises. New Orleans, The Public Health Leadership Society :
- <http://www.lancaster.gov.uk/Documents/EnvHealth/Food/Sampling/904009%20Meat%20and%20Salad%20sandwiches%20from%20small%20retail%20premises.pdf> :16 str.
- Zavod za zdravstveno varstvo Murska Sobota. 2008. Navzkrižno onesnaženje živil z mikroorganizmi. Murska Sobota, Zavod za zdravstveno varstvo
- <http://www.zzv-ms.si/si/varnost-zivila/navzkrizno-onesnazevanje-zivil.htm> (9. jan. 2008): 6 str.

ZAHVALA

Zahvaljujem se mentorju prof. dr. Božidarju Žlendru in somentorici doc. dr. Barbari Jeršek za vso pomoč in strokovni pregled diplomskega dela.

Hvala recenzentki doc. dr. Lei Gašperlin za pomoč pri statistični obdelavi podatkov, pri oblikovanju diplomske naloge in za pregled naloge.

Posebej se zahvaljujem mag. Marleni Skvarča za pomoč pri iskanju literature, za vse nasvete in vzpodbudne besede.

Zahvaljujem se tudi ostalim na Katedri za živilsko mikrobiologijo in na Katedri za tehnologijo mesa in gotovih jedi, ki so mi pomagali pri izvedbi eksperimentalnega dela diplomske naloge.

Hvala zaposlenim v knjižnici Oddelka za živilstvo za pomoč pri iskanju literature in Ivici Hočevar, univ. dipl. inž. živ. tehnol. za pregled diplomske naloge.

Iskrena hvala mojim domačim, ki so mi ves čas študija stali ob strani in me podpirali.

Hvala tudi fantu Marku za vzpodbudne besede in moralno podporo.

PRILOGE

Priloga A: Analitični deskriptivni preskus (skrajšan sejemski preskus)

OCENJEVALNI ZAPISNIK SENDVIČ

Izdelek (product): _____

Datum (date of estimating): _____

Lastnost (property)	Ocene (scores)
1. videz izdelka z embalažo + zaščita in funkcionalnost (appearance with packaging, protection and packaging function)	3 2,5 2 1,5 1 0,5 0
2. sestava vsebine (composition)	4 3,5 3 2,5 2 1,5 1 0,5 0
3. tekstura (texture)	5 4,5 4 3,5 3 2,5 2 1,5 1 0,5 0
4. vonj (smell)	3 2,5 2 1,5 1 0,5 0
5. okus (flavour)	5 4,5 4 3,5 3 2,5 2 1,5 1 0,5 0

Skupaj točk (sum of scores): _____

Opombe za lastnost (notes for property):

- 1.
- 2.
- 3.
- 4.
- 5.

Podpis (signature):

Priloga B: Ocenjevanje videza sendvičev z embalažo



Priloga C: Ocenjevanje sestave vsebine sendvičev

