

# КВАЛИТЕТ АМБАЛАЖНОГ МАТЕРИЈАЛА И ПРИМЕЊЕНОГ ПОСТУПКА КОНЗЕРВАЦИЈЕ НА ОЧУВАЊЕ СВЕЖИНЕ “ДУГОТРАЈНЕ” ВРСТЕ ХЛЕБА КАО СПЕЦИФИЧНЕ ГАСТРО ПОНУДЕ САВРЕМЕНОГ УГОСТИТЕЉСТВА

## THE EFFECT OF PACKAGING MATERIAL AND STERILIZATION METHODS ON THE PRESERVATION OF FRESHNESS OF THE 'LONG-LIFE' BREAD AS A CHARACTERISTIC MODERN HOSPITABILITY GASTRO OFFER

Татјана Стојановић, Ђорђе Псодоров\*

**РЕЗИМЕ:** Актуелни савремени трендови у ресторатерству императивно имплицирају примену најновијих научних достигнућа у производњи квалитетне, здравствено исправне и атрактивно припремљене хране. Хлеб представља изузетно важну животну намирницу која је присутна у исхрани наше популације, пре свега због високе хранљиве вредности, лаке сварљивости и задовољавајуће калоричне вредности. Међутим, хлеб као и већина свежих пекарских производа лако се квари и њихова трајност је на собној температури ограничена на само неколико дана. Веома често угоститељски објекти имају потребу за снабдевањем тзв. “дуготрајним хлебом”, пре свега због немогућности континуиране набавке свежих намирница, вансезонских аранжмана, специфичних ванредних дешавања и др. У овом раду испитивана је свежина две врсте хлеба (“новосадски” бели хлеб и “тост” хлеб) које су паковане у комбиновану фолију полиестра са полиетиленом, дебљине  $65 \text{ mm} \times 10^{-3}$  ознаке ПЕТП/ПЕ и метализирану полипропиленску фолију у комбинацији са полиетиленом дебљине  $70 \text{ mm} \times 10^{-3}$  ознаке Мет. б 145/ПЕ. Узорци хлеба конзервисани су поступком стерилизације (у струји топлог ваздуха и микроталасима) и складиштени неколико месеци. Примењени амбалажни материјали и поступци стерилизације омогућили су успешно вишемесечно складиштење хлеба.

**Кључне речи:** свежина хлеба, паковање, амбалажа, гастрономска понуда, угоститељска кухиња.

\* Универзитет у Новом Саду, Природно-математички факултет, Департман за географију, туризам и хотелијерство, Трг Доситеја Обрадовића 3, Нови Сад

**ABSTRACT:** *Actual trends in the restaurant business imperatively implicate the application of the latest scientific achievements in the production of qualitative, sanitarially correct and attractively prepared food. Bread represents an extremely important foodstuff in the diet of our population, due, first of all, to its high nutritive value, easy digestion and satisfactory caloric value. However, like most of the fresh bakery products, bread is easily spoiled and its shelf-life at room temperature is limited to just a few days. Often, the hospitality facilities necessitate provisions of the so called 'long-life' bread, due to difficulties in continuous deliveries of fresh foodstuffs, off-season arrangements, special unforeseen events etc. In this work, investigated was the freshness of two bread types ("Novi Sad white bread" and "Toast bread") packed in 65 mm thick combined polyester and polyethylene foil marked PETP/PE and 70 mm thick moralized polypropylene foil combined with polyethylene, marked Met.145/PE. The bread samples were preserved by sterilization (hot air stream and microwave methods) and stored for several months. The packaging materials and the sterilization methods used enabled successful storage of bread for several months.*

**Key words:** *bread freshness, packing, package, gastro offer, hospitality kitchen.*

## УВОД

Хлеб је животна намирница која је широко заступљена у исхрани становништва готово читаве планете. Специфичан биохемијски састав чини га веома "осетљивим", па је његово чување на дужи рок веома отежано и често праћено израженом деградацијом органолептичког квалитета.

Паковањем хлеба у одговарајућу амбалажу и применом различитих поступака конзервације, могуће је успешно одржати свежину хлеба чак и неколико месеци.

У овом раду праћена је промена квалитета хлеба током вишемесечног складиштења у собним условима. Циљ рада био је да пружи одговор на следећа питања:

1. Да ли је могуће конзервисати свежи хлеб сечен на кришке тако да остане употребљив за исхрану људи месец и више дана?
2. Која врста свежег хлеба представља оптималан материјал за паковање с циљем дуготрајнијег складиштења?
3. Који су амбалажни материјали погодни за паковање и вишемесечно складиштење свежег хлеба сеченог на кришке?
4. Какве су могућности топлотне стерилизације амбалажног материјала и тако пакованог хлеба?

## Амбалажа

Избор амбалажног материјала и амбалаже опредељује садржај који се жели упакovati у циљу заштите прехранбеног производа.

Основни задатак амбалаже је да пружи заштиту упакovanом производу од механичких, физичко-хемијских, микробиолошких и биохемијских промена, насталих услед деловања спољних фактора и времена складиштења (1).

Одабрани амбалажни материјал односно амбалажа треба да испуњава услове предвиђене Законом о здравственој исправности животних намирница и предмета опште употребе (2) и минималне услове у погледу хигијенске исправности предмета опште употребе који се могу ставити у промет (3). Поред здравствено-хигијенских захтева од великог значаја су и техничке карактеристике амбалажних материјала и амбалаже. При томе је битно да се физичке особине амбалаже прилагоде упакovanом садржају, да би се сачувао квалитет упаковане намирнице током потребног времена складиштења у предвиђеним условима. Посебни захтеви који се по-

стављају пред амбалажу условљени су специфичним карактеристикама упакованог садржаја, пре свега садржајем воде и масти.

Производи са већим садржајем масти осетљиви су на светлост која може утицати на непожељне оксидативне промене масти.

Амбалажни материјал намењен паковању хлеба и пекарских производа мора испуњавати следеће захтеве:

- мора бити здравствено - хигијенски исправан,
- мора бити хемијски инертни,
- не сме реаговати са упакованим садржајем и оброто,
- мора имати добре физичко – механичке карактеристике,
- мора омогућити херметичко затварање,
- мора имати дефинисана потребна баријерна својства према влази, светлости, кисеонику, топлоти и другим факторима спољне средине,
- мора бити погодан за стерилизацију неким познатим поступком,
- не сме бити подложен променама током утврђеног периода складиштења (4) и (5).

### ***Стерилизација амбалажних материјала и хлеба***

Основни захтев који треба испунити код асептичког паковања хлеба је стерилна амбалажа.

Већина амбалажних материјала после производње практично је стерилна, јер је произведена применом високих температура које не погодују развоју микроорганизама.

Међутим, при формирању амбалаже могућа је секундарна контаминација. Зато је неопходно стерилисати амбалажни материјал пре пуњења.

Постоји више начина стерилизације амбалажних материјала (6):

- прегрејаном паром,
- врелим ваздухом,
- водоник пероксидом,
- течним стерилизаторима (халогени алдехидни раствори и етил-алкохол),
- гасовитим стерилизаторима (етилен-оксид, пропиленоксид, формалдехид, метил бромид),
- УВ зрачењем и
- јонизујућим зрачењем.

Која ће се метода применити за стерилизацију амбалажних материјала зависи од врсте материјала и примењеног асептичког паковања. Од поменутих метода највећу примену има водоник пероксид.

Стерилизација хлеба је проблем који није у довољној мери испитан односно у литератури нема много података из те области. Практично, проблем стерилизације хлеба своди се на уништавање микроорганизама који су га након процеса печења контаминирали. Ови контаминанти потичу из ваздуха и средине у којој се врши процес хлађења хлеба.

Постоји више метода стерилизације хлеба, а три су најчешће употребљавана у пракси:

- примена топлоте,
- примена хемијских средстава и
- ултра звук.

Уобичајена стерилизација прехранбених производа, а самим тим и хлеба је стерилизација топлотом (7). Услови стерилизације обухватају широк спектар комбинација који се креће од 15 мин. на 90°C преко 15 мин на 150°C до 12 часова на 98°C.

Стерилизација микроталасима је новија метода стерилизације хлеба, па у литератури готово и не постоје подаци и искуства.

## **Промене хемијског састава хлеба**

На промене хемијског састава упакованог хлеба највише утичу:

- време и температура складиштења,
- светлост,
- кисеоник и
- примењена амбалажа.

Под утицајем ових чинилаца долази до промене квалитета и нутритивне вредности хлеба.

У зависности од врсте хлеба декларисани рок употребе може бити највише седам дана, осим код двопека чија је одрживост знатно дужа (може износити и неколико месеци) (8).

Најнеповољнији утицај на компоненте хлеба има температура стерилизације, светлост и кисеоник. Одговарајућа амбалажа треба да заштити хлеб од деловања ових непожељних фактора. Складиштењем стерилизованог хлеба могу настати различите промене у мастима (које улазе у састав сировина или су додате у процесу производње), угњеним хидратима и протеинима.

## **Органолептичке промене**

Свака врста хлеба поседује специфична органолептичка својства која се обично оцењују системом бодовања. При томе се бодује спољни изглед хлеба, изглед средине, мирис и укус.

Органолептичка својства су у узрочној вези са свим биохемијским, хемијским и микробиолошким процесима у хлебу.

Хлеб по изласку из пећи поседује изразит, пријатан мирис и укус, који се поступком хлађења постепено умањује. Складиштењем хлеба дужим од 30 часова ови показатељи квалитета рапидно опадају.

Међутим, поступком поновног загревања хлеба (до температуре од око 60°C у његовој средини) он поново поприма изражен пријатан мирис и арому, као и након печења (9).

Чувањем хлеба у амбалажи смањују се губици испарљивих ароматичних састојака а и спречава се стврдњавање коре услед задржавања влаге.

При дужем чувању упакованог хлеба може се убрзати дифузија (из коре у средину) оних састојака који условљавају специфичан укус и мирис старог хлеба.

## **МАТЕРИЈАЛ И МЕТОДИ РАДА**

### **Материјал**

За експериментална испитивања употребљене су две врсте хлеба (тзв. “беле” врсте хлеба) које су биле упаковане у два различита амбалажна материјала. Конзервасање узорака хлеба обављено је топлотном стерилизацијом и микроталасима.

### **Хлеб**

Узорци хлеба облика векне као и хлеб сечен у кришкама упаковани су у одабрану амбалажу. За експериментална истраживања одабране су следеће врсте хлеба:

- Основна врста хлеба 3-500 ткз. “новосадски” хлеб и
- Специјална врста “гост” хлеба.

Истраживања су рађена са хлебом у кришкама (паковањем по 2 кришке) зато што почетна испитивања хлеба облика векне нису дала очекиване резултате.

Испитивани узорци хлеба (“Новосадски” и “Тост”) произведени су у новосадској пекари “Хлеб”. Хлађење хлеба и сечење на кришке одређене дебљине такође је обављено у овој пекари.

Критична тачка током експеримента била је паковање исечених кришки у испитивану амбалажу.

Пуњење амбалаже хлебом обављено је стерилном пинцетом под контролисаним стерилним условима.

Упаковани узорци хлеба складиштени су у лабораторији на собној температури и у присуству светлости. Дужина складиштења износила је 90 дана. Током тог периода вршено је отварање и испитивање амбалаже и садржаја по следећој динамици: 0, 15, 30, 60 и 90 дана. За поређење су употребљене свеже, у идентичну амбалажу упаковане кришке хлеба.

### *Амбалажа*

Након прелиминарних испитивања одабрани су следећи амбалажни материјали:

- Комбинована фолија полиестра са полиетиленом дебљине 65 мм x 10<sup>-3</sup> ознаке ПЕТП/ПЕ.
- Метализирана полипропиленска фолија у комбинацији са полиетиленом дебљине 70 мм x 10<sup>-3</sup> ознаке Мет. 6 145/ПЕ.

Како су узорци хлеба били различитих попречних пресека, то су и кесице од наведених амбалажних материјала произведене у две различите димензије.

Заваривање и затварање “пакета” хлеба обављено је уз делимичну примену вакуума, помоћу лабораторијске лемилнице Elab “Коренхаген”.

Основни услов квалитетног паковања подразумевао је примену стерилне амбалаже.

Стерилизација амбалаже рађена је топлим ваздухом и микроталасима. Стерилизација топлим ваздухом обављена је у сувом стерилизатору на температури од 90°C у трајању од 90 минута.

Стерилизација амбалаже микроталасима обављена је у микроталасној пећници (915 MHz) у трајању од 20 секунди.

На потпуно идентичан начин обављена је и стерилизација упакованих кришки хлеба.

Стерилизација хлеба у микроталасној пећи рађена је дисконтинуално по два пакета у шаржи, док је струја топлог ваздуха (због капацитета стерилизатора и одвођења влажног ваздуха) омогућавала континуално стерилисање комплетног материјала.

## *Методe испитивања*

### *Испитивање амбалажног материјала и амбалаже*

Да би се одабрао најекономичнији, а уједно и најефикаснији амбалажни материјал који штити хлеб од микробиолошких, ензиматских и хемијских процеса, извршена су прелиминарна испитивања наведених материјала.

Одређивање квалитета амбалажних материјала изведено је у лабораторијама Завода за амбалажу и паковање прехранбених производа.

Том приликом испитивана је:

- Пропустљивост водене паре према ДИН-у 53 122 (10),
- Пропустљивост гасова, методом по Lyssy-у, на апарату Gas Permeability Taster 1-100, према ДИН-у 53380 (11),
- Пропустљивост на светлост у интервалу од 200 до 500 nm на УВ-В спектрофотометру UNCAM SP 800 B,

- Дебљина материјала мерена је методом А по ЈУС-у Г.С2.733 (12),
- Отпорност фолије на затезање (силе кидања) по ЈУС-у Г.С2.734 (13) на апарату Otto Bruggger,
- Укупна маса и маса мономатеријала, по ЈУС-у Г.С2.702 (14) методом А.

Укус је испитиван третирањем узорака топлом водом температуре 70°C и дегустацијом екстракта после 5 минута стајања. Интензитет укуса оцењиван је оценом од 0 до 4.

Развијање мириса у одређеној запремини и његово интензивирање на повишеној температури од 60°C оцењивала је дегустациона комисија оценама од 0 до 4.

#### *Испитивање квалитета хлеба*

Садржај влаге, пепела, протеина по Kjeldahl-у, целулозе, масти и степена киселости хлеба одређен је по методама Калуђерског и Филиповић (17).

#### *Сензорни квалитет*

Сензорни квалитет испитиван је по методи из Правилника о квалитету жита, млинских и пекарских производа (18). Мирис хлеба оцењиван је бодовима од 0 до 4, а визуелни изглед од 0 до 2. Максимална оцена контролног узорка износила је 10.

## РЕЗУЛТАТИ ИСПИТИВАЊА И ДИСКУСИЈА

### *Особине амбалажних материјала и формирани амбалаже*

Попустљивост испитиваних амбалажних материјала на ваздух, кисеоник и водену пару приказана је у табели 1.

Добијени резултати показују да је амбалажа ПЕТП/ПЕ имала слабу пропустљивост, док је амбалажа Мет. 6 145/ПЕ имала изванредне гас баријерне особине тј. била је потпуно непропустљива за ваздух и кисеоник.

Обадва амбалажна материјала имала су пропустљивост водене паре 1,5 до испод 1 g/m<sup>2</sup> за 24 h тј. вредности су биле испод доње границе мерног опсега апарата.

Приликом стерилизације пакета хлеба топлим ваздухом и микроталасима, јављало се испаравање одређене количине воде из хлеба. Ако би амбалажа била пропустљива за водену пару дошло би до сушења хлеба, чиме би се битно умањио његов квалитет.

Пропустљивост амбалажних материјала на светлост приказана је у табели 2.

На основу добијених резултата може се закључити да је амбалажни материјал Мет. 6 145/ПЕ имао веома слабу пропустљивост на светлост и у УВ и у видљивом делу спектра. Зато је пружао хлебу одличну заштиту од светлости. Нешто слабија баријерна својства имала је амбалажа ПЕТП/ПЕ.

Таб. 1. Пропустљивост амбалажних материјала на ваздух, кисеоник и водену пару

*Tab. 1. Packaging materials permeability to air, oxygen and steam*

Ознака амбалаже	Пропустљивост на		
	ваздух (N cm <sup>3</sup> /m <sup>2</sup> 24 h)	кисеоник (N cm <sup>3</sup> /m <sup>2</sup> 24 h)	водену пару (g/m <sup>2</sup> 24 h)
ПЕТП/ПЕ	5,56	6,1	1,5
Мет. 6 145/ПЕ	0	0	1

Таб. 2. Пропустљивост амбалажних материјала на светлост (%)

Tab. 2. Packaging materials permeability to light (%)

Таласна дужина (nm)	ВРСТА АБМАЛАЖЕ	
	ПЕТП/ПЕ	Мет. 6 145/ПЕ
200	0	1,8
250	0	2,0
300	0	1,4
350	0	0,9
400	12,7	0,6
500	18,1	0,3
600	23,3	0,3
700	28,9	0,2
800	34,1	0,3

Таб. 3. Укус и мирис амбалажних материјала

Tab. 3. Packaging materials taste and flavor

Ознака амбалаже	Мирис	Укус	Напомена
ПЕТП/ПЕ	1 – 1,5	0,5	Нешто јаче изражен мирис на ПЕТП
Мет. 6 145/ПЕ	1 – 1,5	0,5	Нешто јаче изражен мирис на етилацетат и пластику

Сензорни квалитет испитиваних амбалажних материјала приказан је табелом 3.

Основни критеријум код избора адекватне амбалаже за паковање хлеба је њен укус и имирис. Хлеб представља намирницу која веома лако упија стране мирисе и укусе, па је зато од изузетног значаја да их амбалажа не пренеси.

На основу добијених резултата може се закључити да су употребљени амбалажни материјали имали јаче изражене мирисе, при чему се ПЕТП/ПЕ осећао на полиестар, а Мет. 6 145/ПЕ на етилацетат и пластику.

Да би се установила промена квалитета амбалаже након стерилизације упакованог хлеба вршена су испитивања, а резултати су приказани у табелама 4 и 5.

Таб. 4. Мирис амбалажних материјала и хлеба након стерилизације топлим ваздухом

Tab. 4. Flavor of packaging materials and bread after sterilization by hot air stream

Ознака амбалаже	ОЦЕНА МИРИСА		
	Амбалаже	Хлеба	Напомена
ПЕТП/ПЕ	2,0	1,0	Слабо изражен мирис амбалаже у хлебу
Мет. 6 145/ПЕ	2,5	1,5 – 2,0	Нешто јаче изражен мирис амбалаже у хлебу

Таб. 5. Мирис амбалажних материјала и хлеба након стерилизације микроталасима

Tab. 5. Flavor of packaging materials and bread after sterilization by microwave method

Ознака амбалаже	ОЦЕНА МИРИСА		
	Амбалаже	Хлеба	Напомена
ПЕТП/ПЕ	2,5 – 3,0	2,0	Слабо изражен мирис амбалаже у хлебу
Мет. 6 145/ПЕ	3,0	2,5	Изражен мирис амбалаже у хлебу

Већина амбалажних материјала на собној температури нема изражена органолептичка својства (изразит укус и мирис). Међутим, примењеним поступцима стерилизације може доћи до појаве изражених мириса. У нашем случају амбалажни материјал ПЕТП/ПЕ показао се веома квалитетним код оба начина стерилизације хлеба. Амбалажа Мет. 6 145/ПЕ имала је нешто јаче изражен мирис након стерилизације топлим ваздухом.

### Хемијски састав хлеба

Табеле 6 и 7 показују хемијски квалитет испитиваних врста хлеба пре стерилизације.

Таб. 6. Хемијски састав "Новосадског" хлеба пре стерилизације

Tab. 6. Chemical composition of 'Novosadski' type bread before sterilization

Ред. број	Укупан садржај воде (%)	Садржај скорбних материја (% на с.м.)	Садржај протеина (% на с.м.)	Садржај масти (% на с.м.)	Садржај целулозе (% на с.м.)	Садржај минералних материја (% на с.м.)	УКУПНО	Остале безазотне материје (% на с.м.)
1	36,9	49,0	7,8	1,4	0,26	0,58	95,94	4,06
2	36,2	49,7	7,7	1,2	0,20	0,58	95,58	4,42
3	37,2	48,5	7,8	1,5	0,27	0,61	95,88	4,12
4	36,6	49,4	7,8	1,3	0,23	0,62	95,95	4,05
5	37,1	47,9	7,9	1,4	0,29	0,61	95,40	4,60
X	36,8	48,9	7,8	1,4	0,25	0,60	95,75	4,25
S	0,41	0,72	0,07	0,16	0,04	0,02	0,25	0,25
KV	1,11	1,47	0,90	11,43	16,00	3,33	0,26	5,58

Садржај минералних материја и целулозе у хлебу био је карактеристичан за сваки хлеб и није се битно мењао пре и после стерилизације. Зато овим показатељима није у даљем раду придаван већи значај.

Таб. 7- Хемијски састав "Тост" хлеба пре стерилизације

Tab. 7- Chemical composition of 'Tost' type bread before sterilization

Ред. број	Укупан садржај воде (%)	Садржај скорбних материја (% на с.м.)	Садржај протеина (% на с.м.)	Садржај масти (% на с.м.)	Садржај целулозе (% на с.м.)	Садржај минералних материја (% на с.м.)	УКУПНО	Остале безазотне материје (% на с.м.)
1	33,8	48,8	7,7	4,1	0,25	0,56	95,21	4,79
2	32,4	49,0	7,9	4,3	0,32	0,60	94,52	5,48
3	34,8	47,7	7,8	4,1	0,22	0,56	95,18	4,82
4	34,6	48,1	7,7	3,8	0,29	0,59	95,04	4,92
5	33,4	48,9	7,9	4,2	0,27	0,59	95,26	4,74
X	33,8	48,5	7,8	4,1	0,27	0,58	95,05	4,95
C	0,97	0,57	0,10	0,19	0,04	0,02	0,30	0,30
KV	2,87	1,18	1,28	4,63	14,81	3,45	0,32	6,06



### Садржај влаге хлеба

Током складиштења хлеба дешавало се да садржај влаге варира. У табели 8 приказани су резултати промене влаге хлеба пакованих у различиту врсту амбалаже.

Повећање унутрашње влаге код упакованог хлеба последица је ефекта кондензације влаге на зидовима фолије (19).

Таб. 8. Садржај влаге хлеба након стерилизације у току тромесечног складиштења (%)

Tab. 8. Bread moisture content variation after sterilization and during three months' storage (%)

Врста хлеба	Време Складишт. (дани)	СТЕРИЛИЗАЦИЈА			
		Микроталасима		Топлим ваздухом	
		ПЕТП/ПЕ	Мет. 6 145/ПЕ	ПЕТП/ПЕ	Мет. 6 145/ПЕ
Новосадски	0	28,2	27,3	25,6	27,1
	15	28,0	27,7	24,7	27,6
	30	27,1	27,7	24,1	26,9
	60	26,0	26,3	24,0	26,3
	90	26,0	25,8	23,2	26,2
Тост	0	27,3	27,1	27,1	27,9
	15	27,3	28,1	28,0	26,2
	30	26,6	27,1	24,3	25,8
	60	25,1	26,0	25,2	25,1
	90	24,0	25,3	24,8	25,7

Први услов успешног паковања хлеба је хлађење након процеса стерилизације. Међутим, ефекат кондензације на зидовима фолије није могуће избећи (осим у случају перфорирања амбалаже), па може доћи до секундарне контаминације и исушивања хлеба током складиштења.

Просечна полазна влага “Новосадског” хлеба пре стерилизације била је 36,8%. Након стерилизације хлеба микроталасима садржај влаге је опао на 28,2% код амбалаже ПЕТП/ПЕ тј. 27,3% код Мет. 6 145/ПЕ. Стерилизација топлим ваздухом узроковала је још веће опадање садржаја влаге (25,6% и 27,1% респективно). Разлог ове појаве је дуготрајан топлотни режим (90 минута на температури од 90°C).

Полазна просечна влага “тост” хлеба пре стерилизације износила је 33,8%. Након стерилизације микроталасима садржај влаге је опао на 27,3% код амбалаже ПЕТП/ПЕ тј. 27,1% код Мет. 6 145/ПЕ. На основу добијених резултата закључује се да су испитивани амбалажни материјали имали готово идентична баријерна својства када је у питању овај квалитетни показатељ. Међутим, поступак стерилизације топлим ваздухом узроковао је већи губитак влаге хлеба код амбалаже ПЕТП/ПЕ (27,1%) у поређењу са амбалажом Мет. 6 145/ПЕ (27,9%), односно у овом случају Мет. 6 145/ПЕ је имала одлична баријерна својства.

Дужим складиштењем и “Новосадског” и “тост” хлеба дошло је до значајних разлика у садржају влаге код амбалаже ПЕТП/ПЕ, што је имало за последицу и брже исушивање хлеба. Највероватније да поступци стерилизације амбалаже изазивају механичка оштећења и доводе до појаве микропора кроз које одпарава вода из хлеба.

Укупни губитак влаге код “тост” хлеба (независно од примењеног поступка стерилизације) био је знатно мањи у поређењу са “Новосадским” хлебом за обадва испитивана амбалажна материјала.

### Садржај протеина хлеба

Садржај протеина хлеба након стерилизације и вишемесечног складиштења приказан је у табели 9.

Добијени резултати показују да је садржај протеина мало варирао и да није утврђена статистички значајна разлика пре и после стерилизације и током складиштења. То значи да наведени третмани нису нарушили хранљиву вредност хлеба што је од изузетног значаја.

Таб. 9. Садржај протеина у хлебу након стерилизације и тромесечног складиштења (%/с.м.)

Tab. 9. Bread proteins content after sterilization and three months' storage period (%/s.m.)

Врста хлеба	СТЕРИЛИЗАЦИЈА			
	Микроталасима		Топлим ваздухом	
	ПЕТП/ПЕ	Мет. 6 145/ПЕ	ПЕТП/ПЕ	Мет. 6 145/ПЕ
Новосадски	7,8	7,7	7,8	7,7
Тост	7,7	7,7	7,7	7,8

### Садржај масти хлеба

Садржај масти у хлебу испитиван је пре и после третмана стерилизације и вишемесечног складиштења. Због малих одступања овог квалитетног показатеља хлеба, у табели 10 дати су сумирани резултати након тромесечног складиштења.

Таб. 10. Садржај масти у хлебу након стерилизације и тромесечног складиштења (%/с.м.)

Tab. 10. Bread fat content after sterilization and three months' storage period (%/s.m.)

Врста хлеба	СТЕРИЛИЗАЦИЈА			
	Микроталасима		Топлим ваздухом	
	ПЕТП/ПЕ	Мет. 6 145/ПЕ	ПЕТП/ПЕ	Мет. 6 145/ПЕ
Новосадски	1,6	1,5	1,5	1,6
Тост	4,1	4,1	4,0	4,0

“Новосадски” хлеб се убраја у тзв. основне врсте хлеба иако му се при замесу додаје око 1 до 1,5% масноће ради побољшања квалитета. Рецептурса специјалне врсте “гост” хлеба је знатно “богатија” јер се у замес додаје око 4% масти.

Утврђене количине масноће у хлебу нису се значајно промениле пре и након третмана стерилизације и вишемесечног складиштења. Овакви резултати вероватно су последица непропустљивости амбалаже Мет. 6 145/ПЕ на светлост и делимичне пропустљивости (само у видљивом делу спектра) амбалаже ПЕТП/ПЕ.

### Степен киселости хлеба

Један од најважнијих показатеља квалитета хлеба који утичу на одрживост, свежину и органолептичка својства је киселински степен.

Промена степена киселости хлеба у току тромесечног складиштења приказана је табелом 11.

На основу добијених резултата може се закључити да се степен киселости хлеба повећао код обадве врсте хлеба независно од начина стерилизације.

“Новосадски” хлеб је за разлику од “гост” хлеба био произведен без конзерванса. Уобичајено је да су конзерванси у хлебу на бази ацетата и пропионата или тартарата, па утичу на степен киселости хлеба. То је био и један од разлога знатно већег киселонског степена “гост” хлеба у поређењу са “новосадским”.

Таб. 11. Степен киселости хлеба након стерилизације у току тромесечног складиштења

Tab. 11. Bread acidity variation after sterilization and during three months' storage

Врста хлеба	Време Складишт. (дани)	СТЕРИЛИЗАЦИЈА			
		Микроталасима		Топлим ваздухом	
		ПЕТП/ПЕ	Мет. 6 145/ПЕ	ПЕТП/ПЕ	Мет. 6 145/ПЕ
Новосадски	0	1,6	1,7	1,7	1,7
	15	1,7	1,7	1,8	1,7
	30	1,8	1,7	1,8	1,7
	60	1,9	1,8	1,8	1,8
	90	1,9	1,9	1,9	1,8
Тост	0	1,8	1,9	1,8	1,8
	15	1,8	1,9	1,9	1,8
	30	1,8	1,9	1,8	1,7
	60	1,9	1,9	2,0	1,8
	90	2,0	2,0	2,0	1,8

Осим тога, већ смо напоменули да је рецептура за производњу “тост” хлеба укључивала већи додатак масноће (у%) у поређењу са “новосадским” (1 до 1,5% масноће), па су добијени резултати условљени оваквим хемијским саставом.

Примењени амбалажни материјали имали су добра баријерна својства, па су мале промене степена киселости највероватније последице тога. Један од кључних разлога је свакако пропусљивост светлости, која је била најмања код амбалажне јединице Мет. 6 145/ПЕ као и пропусљивост ваздуха, водене паре и кисеоника која је била највећа код амбалаже ПЕ (20).

### Органолептички квалитет хлеба

Очување мириса, укуса и ароме вишемесечно ускладиштеног хлеба био је основни циљ ових истраживања.

При чувању хлеба у уобичајеним температурним условима (15-25°C) појављују се знаци стеренја, који су све изразитији са повећањем времена складиштења. При дужем складиштењу хлеба јављају се промене његовог органолептичког квалитета:

- 1) Физичких особина средине – мека, лако стишљива и немрљива средина свежег хлеба током дужег стајања постаје све “тврђа”, мање стишљива и мрљива;
- 2) Физичких особина коре – глатка, тврда и крта кора свежег хлеба при дужем стајању постаје мека, еластична и понекад смежурана;
- 3) Ароме и укуса – јако изражена пријатна арома и укус свежег хлеба при дужем стајању постепено се смањују. При дугом складиштењу хлеб поприма специфичан мирис и укус старог хлеба, који су несвојствени свежем.

Установљено је да при складиштењу хлеба долази до одређених промена у микроструктури његове средине. Наиме у средини хлеба протиче ретроградација скроба тј. делимични обрнути прелазак скроба у кристално стање слично оном у којем је скроб био у тесту до печења. При томе се структура скроба збија, смањује се његова растворљивост и делимично се издваја вода везана током клајстеризације. Сматра се да влагу која се издвоји при ретроградацији скроба везују протеини.

Старење хлеба током складиштења није условљено губитком влаге. То се потврђује “освежењем” старог хлеба поновним загревањем.

Зато је сваки узорак хлеба током наших истраживања морао бити освежен (подгрејан), јер је само под тим условима био упоредив са контролним. Као контролни узорак употребљена је свежа кришка хлеба за сваку испитивану врсту.

Промене мириса, укуса и изгледа хлеба праћене су свакодневно, а резултати су приказани као просечне вредности након периодичних узорковања на 15, 30, 60 и 90 дана (табеле 12 и 13).

Таб. 12. Резултати органолептичког испитивања пакованог “Новосадског” хлеба током складиштења

Tab. 12. Results of organoleptic testing of packed bread type ‘Novosadski’ during storage

Начин стерилизације	Време складишт. (дани)	ПЕТП/ПЕ				Мет. 6 145/ПЕ			
		М	У	И	Укупно	М	У	И	Укупно
Микроталаси	0	4	4	2	10	4	4	2	10
	15	3	3	2	8	3	3	2	8
	30	3	3	2	8	3	3	2	8
	60	3	2	2	7	3	3	2	8
	90	2	2	2	6	3	3	2	8
Топао ваздух	0	4	4	2	10	4	4	2	10
	15	2	3	2	7	2	3	2	7
	30	2	3	2	7	2	3	2	7
	60	2	3	2	7	2	3	2	7
	90	2	2	2	6	2	3	2	7

М – мирис (максимална оцена 4); У – укус (максимална оцена 4); И – општи изглед (максимална оцена 2);  
Укупно – укупан број бодова (максимално 10)

Таб. 13. Резултати органолептичког испитивања пакованог “Тост” хлеба током складиштења

Tab. 13. Results of organoleptic testing of packed bread type ‘Tost’ during storage

Начин стерилизације	Време складишт. (дани)	ПЕТП/ПЕ				Мет. 6 145/ПЕ			
		М	У	И	Укупно	М	У	И	Укупно
Микроталаси	0	4	4	2	10	4	4	2	10
	15	3	3	2	8	3	3	2	8
	30	3	2	2	7	3	3	2	8
	60	3	2	2	7	2	3	2	7
	90	2	2	2	6	2	3	2	7
Топао ваздух	0	4	4	2	10	4	4	2	10
	15	3	3	2	8	3	3	2	8
	30	3	3	2	8	3	3	2	8
	60	3	3	2	8	3	3	2	8
	90	3	2	2	7	3	3	2	8

М – мирис (максимална оцена 4); У – укус (максимална оцена 4); И – општи изглед (максимална оцена 2);  
Укупно – укупан број бодова (максимално 10)

На основу добијених резултата произилази да је органолептички квалитет хлеба опадао са дужином складиштења. Наше резултате потврђују и други аутори (21).

Примењени топлотни третмани упакованих узорака хлеба успорили су процес старења, пре свега због смањења садржаја воде у хлебу. Међутим, хлеб је сачувао основна карактеристична својства – мирис и укус.

Амбалажа Мет. 6 145/ПЕ била је ефикаснија (у очувању органолептичких особина) у поређењу са амбалажом ПЕТП/ПЕ. С обзиром да је имала одлична баријерна својства (види табелу 1) може се закључити да је у мањој мери узорковала губитак влаге и ароматичних састојака, па су испитивани узорци хлеба имали бољу стишљивост.

Стерилизација микроталасима дала је боље резултате (за обадве испитиване врсте хлеба) у поређењу са стерилизацијом топлим ваздухом. Добијени резултати највероватније су узроковани повећаним губитком влаге, услед дуготрајног топлотног режима (90 мин на 90°C).

## ЗАКЉУЧАК

Имајући у виду тренд припремања обogaћене ”здраве” хране (који је данас захватио многе елитне хотеле, болничке и друге кухиње) овај рад је желео да покаже начин очувања свежине и квалитета специјалних врста хлеба, паковањем у различите амбалажне материјале и применом различитих поступака стерилизације.

Из добијених резултата може се закључити следеће:

1. Амбалажа ПЕТП/ПЕ имала је слабу пропустљивост, док је Мет Г 145/ПЕ имала одличне гас – баријерне особине, тј. била је непропустљива за ваздух и кисеоник.
2. Стерилизација упакованог хлеба може допринети преношењу мириса амбалаже на хлеб. У нашим испитивањима амбалажни материјал ПЕТП/ПЕ показао се веома квалитетним у погледу мириса код обадва поступка стерилизације хлеба (топлим ваздухом и микроталасима). Амбалажа Мет. 6 145/ПЕ имала је нешто јаче изражен мирис након стерилизације топлим ваздухом.
3. Поступак стерилизације топлим ваздухом узроковао је већи губитак влаге хлеба код амбалаже ПЕТП/ПЕ у поређењу са амбалажом Мет. 6 145/ПЕ.
4. Губитак влаге ”тост” хлеба (независно од примењеног поступка стерилизације) био је знатно мањи у поређењу са ”Новосадским” хлебом.
5. Садржај протеина, масти, целулозе и минералних материја у испитиваним врстама хлеба мало је варирао и није утврђена статистички значајна разлика пре и после стерилизације и током складиштења.
6. Поступком вишемесечног складиштења степен киселости се повећао код обадве врсте хлеба, независно од примењеног режима стерилизације.
7. Стерилизација упакованих узорака хлеба успорила је процес старења, пре свега због смањења садржаја влаге хлеба. Међутим, хлеб је ипак сачувао карактеристичан укус и мирис.
8. Амбалажа Мет. 6 145/ПЕ показала се ефикаснијом у очувању органолептичког квалитета у поређењу са ПЕТП/ПЕ.
9. Стерилизација микроталасима дала је боље резултате (за обадве испитиване врсте хлеба) у поређењу са стерилизацијом топлим ваздухом.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Гвозденовић, Ј.: *Утицај особине семипермеабилне вишеслојне амбалаже на промене квалитета праха од малине*, Докторска дисертација, Нови Сад (1997).
2. Правилник о здравственој исправности животних намирница и намирница опште употребе ("Сл. лист СРЈ бр. 24/94).
3. Правилник о хигијенској исправности предмета опште употребе које се стављају у промет ("Сл. лист СРЈ бр. 28/96).
4. Цегнар, Ф.: *Паковање хлеба у савременим условима*, Симпозијум "Савропак '84" (1984), 29-32.
5. Црнчевић, В.: *Амбалажа за животне намирнице*, Привредни преглед, Београд (1990), 123 – 128.
6. Burton, H.: *Ultra-high temperature processing of milk and milk products*, Elsevier applied science, London and New York (1998), p. 95
7. Kirchner, H.: *Pasterisieren von Schnittbrot mittles Warme*, Getreide Mehl and Brot, 34 (1990), 6, 164 – 168.
8. Brümmer, J., Stephanu, H., Morgenstern, G.: *Garverzögerung und Garunterbrechung beikleini-geback*, Getreide Mehl and Brot, 34 (1990), 6, 161 – 164.
9. Enkiseeva, G., Auerman, L.: *Tr MTIPP*, 4, 105 (1976).
10. DIN 53122: *Determination of the water vapour transmission rate of plastic film, rubber sheeting, paper, board and other materials by gravimetry* (1990).
11. DIN 53380: *Determining the gas transmission rate of plastic film, sheeting and mouldings by the carrier gas method* (1990).
12. ЈУС Г.С2.733: *Пластичне масе – Одређивање дебљине фолија* (1982).
13. ЈУС Г.С2.734: *Пластичне масе – Испитивање фолија затезањем* (1982).
14. ЈУС Г.С2.702: *Пластичне масе – Испитивање вештачке коже* (1978).
15. DIN 10955: *Sensory analysis – Testing of packing materials and packages for foodstuffs*.
16. ЈУС Г.Ц2.510: *Пластичне масе – Опште одредбе за испитивање фолија* (1980).
17. Калуђерски, Г., Филиповић, Н.: *Методe испитивања квалитета жита, брашна и готових производа*, Технолошки факултет, Нови Сад (1998).
18. Правилник о квалитету млинских и пекарских производа, тестенина и брзо смрзнутих теста ("Службени лист СРЈ" 25/88).
19. Калуђерски, Г., Жежељ, М, Гавриловић, М., Калуђерски, С., Тошућ, Б.: *Технологија производње и прераде брашна*, Нови Сад (1989), 225-226.
20. Стојановић Т., Псодоров, Ђ.: " *Очување свежине специјалних врста хлеба* " Хотел линк, 7-8. (2006), 216-225.
21. Brümmer, J., Lengerich, B.: *Über das Tiefgefrieren von Weizenbrotteigen*, *Mittlung: Einfluss der Teigführung auf die Brotqualität*, Lebensmittel – Tehnologie, 12 (1989), 3-10.