

ПАКУВАЊЕ НА ПРЕХРАНБЕНИ ПРОЗИВОДИ ВО МОДИФИЦИРАНА АТМОСФЕРА ОД ГАСОВИ

Ивона Тасеска, Ленче Велкоска-Марковска, Звезда Богевска,
Мирјана С. Јанкуловска

Факултет за земјоделски науки и храна, Скопје
Насока: Квалитет и безбедност на храна
e-mail: taseskaivona@live.com

Апстракт

За да можеме да го зачуваме квалитетот и безбедноста на прехранбените производи подолг временски период неопходно е да се направи соодветен избор на амбалажа за нивно пакување и чување. Изборот на амбалажата зависи од физичката и хемиската природа на производот, како и од карактеристиките на материјалот за пакување. Во последно време се нудат современи решенија за пакување на храна кои од една страна го продолжуваат рокот на траење, а од друга го намалуваат количеството на амбалажниот отпад. Еден од нив е пакување на храна во модифицирана атмосфера на гасови (Modified atmosphere packaging, MAP). Оваа техника се изведува такашто воздухот којшто се наоѓа во околината на храната спакувана во дадена амбалажа се заменува со друг гас (азот, кислород, аргон, јаглерод диоксид, јаглерод моноксид, водород и др.) или смеса од гасови со посебен состав прилагоден на производот којшто се пакува. Составот на гасовите е важен параметар, а наговиот избор зависи од типот на производот што се пакува, материјалот за пакување и температурата на којашто ќе се чува. Различни типови на намирници може да се пакуваат во модифицирана атмосфера на гасови: месо и преработки од месо, риби и морска храна, леб и пекарски производи, млеко и млечни производи, овошје и зеленчук и др. Со цел да се истрита влијанието на MAP пакувањето врз продолжување на рокот на траење на броколи следени се промените кај нив во период од 14 дена. Броколите се пакувани при три различни MAP услови (макроперфорирани кеси, микроперфорирани кеси и комерцијални кеси), како и во кеса во која има атмосферски воздух. Четирите примероци коишто се чувани во ладни комори на температура од 1,5 °C десет дена, на 17°C два дена и на 20°C два дена. Рокот на траење на броколите во различни услови на складирање во ова истражување е оценет со помош на различни физиолошки параметри и параметри за квалитет. Следени се следниве параметри: уделот на CO₂ и O₂ за време на чувањето, физиолошките промени за време на складирањето, физиолошките загуби на тежина (PLW), образување на етилен. Понатаму од параметрите за квалитет следени се: промена на бојата, распаѓање за време на чувањето, вврстина на броколите и општата прифатливост на броколите.

Клучни зборови: MAP, пакување, гасови, храна, броколи

Вовед

Производството на храна во светот се дуплира во последните педесет години. Модернизацијата на продажбата, урбанизацијата, зголемувањето на бројот на потрошувачите и нивната куповна моќ, ја наметнува потребата од нови амбалажни материјали и нови техники на пакување. Исто така, до зголемување на производството и поголема потрошувачка на различни видови атрактивна амбалажа доаѓа како резултат на промените во начинот на живот на потрошувачите, нивните нови хигиенски и здравствени навики и барањето на поквалитетни

производи во подобра, поатрактивна и попрacticalна амбалажа (Campbell, 2015). Храната не останува свежа засекогаш, бидејќи постојат голем број на фактори кои предизвикуваат нејзино расипување. Млекото се скиселува, лебот мувлосува, месото развива кафена боја и непријатен мирис. Кислородот кој е присутен во воздухот може да предизвика процес на распаѓање наречен оксидација. Друга причина за расипување на храната е растот на микроорганизми, како што се бактерии, квасци и мувли коишто се присутни насекаде околу нас па дури и во нашите сопствени тела. Овие бактерии се хранат и

растат во прехранбените производи и притоа ги уништуваат. Свежината на храната и нејзиниот рок на траење зависат од својствата на производот, како и од повеќе различни внатрешни и надворешните фактори (Kgorf, 2014).

Од самиот момент кога овошјето се бере, пченката се жнее или се уловени рибите, започнува трка со времето. Настанува природно разложување на храната под влијание на различни фактори кои го намалуваат квалитетот на производот и го скратуваат неговиот рок на траење. Поради тоа, од клучна важност е начинот на којшто се третира производот за време на неговата преработка, во процесот на ладење, складирање, па сè до неговото пакување. Посебен акцент треба да се стави на начинот на пакување, бидејќи тој има одлучувачка улога кога станува збор за продолжување на рокот на траење на производот, а воедно од него зависи и безбедноста на потрошувачот. Постојат повеќе современи решенија кои се понудени на пазарот, а едно од нив е пакување на храна во модифицирана атмосфера на гасови (Modified Atmosphere Packaging, MAP). Станува збор за современ метод за чување на храната кој обезбедува продолжен рок на траење на производите, со минимален или воопшто непроменет вкус, текстура или промена во нивната хранлива вредност (Emblem, 2013). Оваа технологија е развиена со цел да се спречи загубата на природната свежина и квалитетот на производот со користење на природни гасови, соодветни материјали и машини за пакување (Phillips, 1996). Технологијата на пакување во модифицирана атмосфера од гасови се состои во примена на гасови во текот на пакувањето на различни производи со цел да се одржи нивниот квалитет на патот од производителот до потрошувачот. За да се спакува производот во модифицирана атмосфера од гасови потребни се софистицирани машини кои ќе овозможат истиснување на воздухот од комората за пакување и негова замена со друг гас или смеса од гасови кои се претходно прецизно дефинирани. На ваков начин се обезбедува свежина на производот што е можно подолго време. Останатите методи како замрзнување, термичко конзервирање или употреба на хемиски конзерванси можат значително да променат некои аспекти на храната. На пример,

смрзнатото овошје ја губи својата структура со одмрзнувањето, конзервираниот зеленчук често покажува променета боја, хемиските конзерванси се разградуваат и на тој начин го променуваат вкусот на храната. Спротивно на тоа при примена на модифицирана атмосфера се избегнуваат овие негативни ефекти и храната останува свежа при подолго чување (Farber, 1991). Пакувањето во модифицирана атмосфера на гасови се користи за широк спектар на прехранбени производи како што се свежи и готови производи, свежо и замрзнато месо, готови месни производи, живина, риба, тестенини, овошје и зеленчук, а од неодамна и за кафе, чај и пекарски производи. Намирниците кои содржат масти и ароматични материи ова пакување ги штити од оксидација, ја одржува нивната свежината и обезбедува подолг рок на траење без промена на бојата и други органолептички својства. Исто така, претставува еден од најдобрите современи начини за пакување на храна. Листата на различни производи коишто се пакуваат во модифицирана атмосфера постојано се проширува (Jovanović, 2011).

Целта на ова истражување е да се определи како влијае пакувањето во модифицирана атмосфера од гасови врз рокот на траење на броколи чувани во период од 14 дена. Исто така, една од целите е да се определи какво е влијанието на различните услови и материјали на MAP пакување (макроперфорирани кеси, микроперфорирани кеси и комерцијални кеси) во споредба со атмосферски услови. Понатаму, важно е да се утврди какви промени се случуваат во составот на модифицираната атмосфера и параметрите за квалитет на броколите кои помагаат да се определи рокот на траење.

Материјали и методи

Материјали

Броколи: Експериментален материјал се броколи (*Brassica oleracea L. var. italica*) произведени на комерцијално поле. Користените броколи се чувани 3 дена на температура од 1,5 °C. Во испитувањето се користени зрели главици или соцветија со прилично еднаква големина и должина од 15 cm.

Материјал за пакување (Jacobsson, 2003): Се користат комерцијални кеси коишто се

направени од линеарен полиетилен со мала густина (low density poly ethylene, LDPE) со големина на пори од 32 до 35 μm (30 cm x 40 cm). Овие кеси се перфорирани со што се направени отвори со различна големина (макро и микро). Кај макро кесите се направени 8 дупки со големина од 6 mm секоја, додека микро кесите имаат 24 дупки направени со игла.

Подготовка

За експериментот се пакувани броколи во модифицирана атмосфера на гасови во кеси со различни отвори и една кеса во која има атмосферски воздух. Четирите примероци коишто се следат се чуваат во ладни комори на температура од 1,5 °C.

- Контролна кеса (внатре во неа има воздух)
- MAP со макро отвори во линеарен полиетилен со мала густина
- MAP со микро пори во линеарен полиетилен со мала густина
- MAP во комерцијална кеса

Експериментална постапка

За секој третман 10 главици односно соцветија од броколи се складираани, измерени и обележани. Овие главици со цел да се испита рокот на траење се чуваат во ладна комора на температура од 1,5 °C десет дена, на 17°C два дена и на 20°C два дена. Високи температури се користени за да се постигнат реалните услови кои преовладуваат во малопродажните маркети. Поставени се силиконски зони на секоја петта кеса за земање на примероци за мерење на составот на гасовите и присутниот етилен. Бидејќи промената на гасовите во внатрешноста на микро перфорираниите LDPE кеси не е значајна, силиконските зони се поставени само на две кеси.

Квалитативни карактеристики на броколите

Квалитативни анализи на броколите се извршени на петтиот, десеттиот и четиринаесеттиот ден од чувањето. Определени се физиолошките параметри, губењето на маса и добиениот етилен. Исто така, погодноста за користење на складираните броколи е оценета во текот на испитувањето. Параметрите како што се промена на боја, цврстина, прифатливоста и распаѓањето со стојење се проценети визуелно.

Физиолошки параметри

Физиолошка загуба на маса (Physiological Loss in Weight, PLW): броколите се измерени на десеттиот и четиринаесеттиот ден од складирањето со помош на електронска вага (Model Mettler PM 4600) со точност 0,01 g. Физиолошката загуба во маса е пресметана со користење на следната формула:

$$\text{PLW (\%)} = \frac{(\text{почетна маса} - \text{маса по познатиот период на складирање})}{\text{почетна тежина}} \times 100$$

Образување на етилен: концентрацијата на етиленот којшто се создава во внатрешноста на MAP пакувањето е определен со помош на гасен хроматограф со пламен јонизирачки детектор. За таа цел е користена колона од типот Нустека, а определувањето е направено на температура од 150 °C. Температурата на инјекторот и печката е одржувана на 20 °C и 80 °C, соодветно. Како носач на гасови и гориво се користени хелиум и воздух. Содржината на етилен (ppm) е пресметана од вредностите од површината под пикот со користење на стандардни криви добиени со референтен гас етилен (0.01 ppm). Шприц со волумен од 10 mL е користен за инјектирање на гас (Sudimas, 2007).

Мерење на составот на гасови

Модифицирање на гасот, односно зголемување на уделот на јаглерод диоксид или намалување на уделот на кислород се анализирани на првиот, петтиот, десеттиот и четиринаесеттиот ден од чувањето. Јаглерод диоксидот и кислородот се анализирани со помош на гасен хроматограф (Model Fisher Hamilton) со хелиум како гас носач. Примерокот од MAP пакувањето е инјектиран со помош на шприц со волумен од 10 ml. Состав е пресметан со користење на податоци за површината под пикот од стандардните криви добиени со референтен гас како 10,47% CO₂ и 9,6% O₂.

Резултати и дискусија

Целта на складирање на производите при MAP пакување е да се зголеми рокот на траење, а со тоа да се продолжи периодот на

достапност на свежо набавените производи со помош на менување на волуменскиот удел на атмосферските гасови коишто го опкружуваат производот. Рокот на траење на броколите во различни услови на складирање во ова истражување е оценет со помош на различни физиолошки параметри и параметри за квалитет.

Удел на CO_2 и O_2 за време на чувањето

Почетниот удел на јаглерод диоксид и кислород во текот на експериментот се намалуваат. Тие се мерени во петтиот, десеттиот и четиринаесеттиот ден од складирањето (график 1). Промената на CO_2 во MAP пакувањето е забележана во три различни фази. Најпрво има намалување на уделот на CO_2 , а потоа доаѓа до негово

зголемување кон крајот од чувањето (график 1). Првичниот пад на уделот се должи на намалување на брзината на дишење на броколите на ниска температура. Фазата на стабилизација во којашто нема промени во уделот е постигната како резултат на дифузијата низ материјалот за пакување од една страна, и дишењето на броколите од друга. Зголемувањето на уделот на CO_2 на крајот од MAP пакувањето се должи на зголемувањето на брзината на дишење при зголемена температура за време на испитувањето (Ballantyne, 1989). Почетниот удел на јаглерод диоксид и кислород во текот на експериментот се намалуваат. Тие се мерени во петтиот, десеттиот и четиринаесеттиот ден од складирањето.

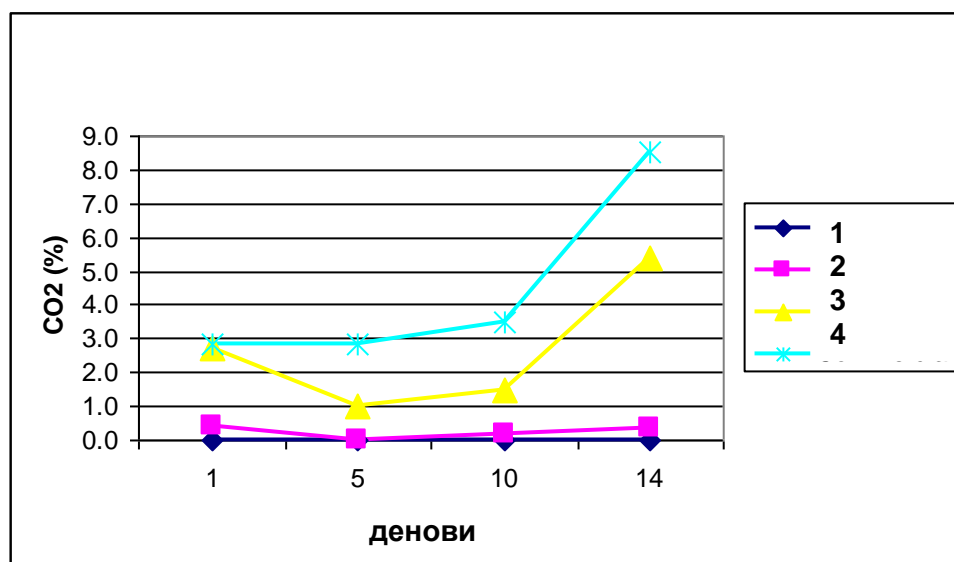


График 1. Збогатување на MAP пакувањето со јаглерод диоксид, 1-макроперфорирана кеса, 2-микроперфорирана кеса, 3-комерцијална кеса, 4-контролна кеса

Уделот на кислород се намалува речиси постојано од почетниот до крајниот период на чување. Просечниот удел на кислород добиен на крајот од периодот на чување изнесува 18%, 29%, 13%, 17% и 6,72% при макро услови, а при микро услови е

прикажан на графикот 2. Намалувањето на уделот на кислород во текот на периодот на складирање е поради потрошувачката на кислород од страна на броколите за време на дишењето.

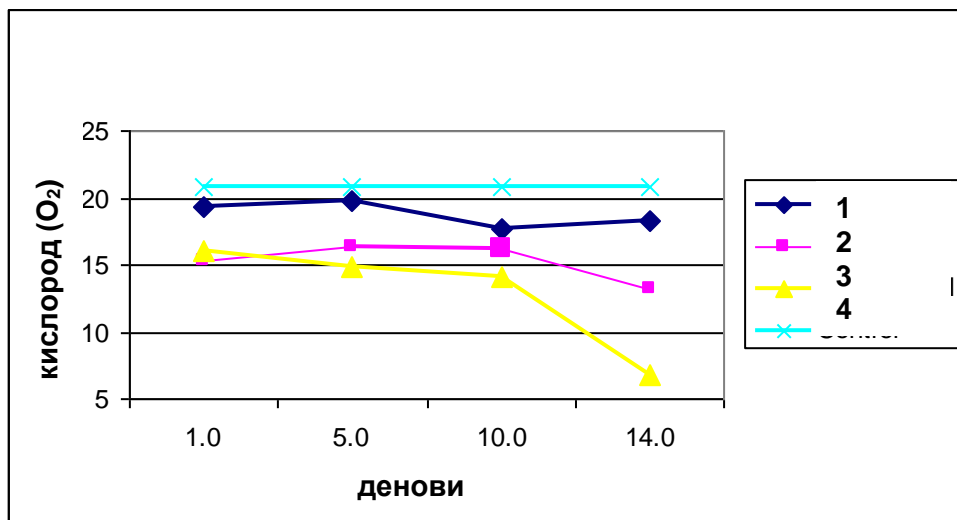


График 2. Искористување на кислород при MAP пакувањето, 1-макроперфорирана кеса, 2-микроперфорирана кеса, 3-комерцијална кеса, 4-контролна кеса

Физиолошки промени за време на складирањето

Физиолошките параметри односно физиолошкото губење на тежина и создавањето на етилен се забележани во текот на времето на складирање.

Физиолошки загуби на тежина (PLW)

Напорите за зголемување на рокот на траење на броколите по бербата треба да

започне со намалување на физиолошките загуби на масата. Загубите во текот на складирањето се прикажани на графикот 3. Без оглед на тоа кој третман ќе се примени, складираните броколи резултираат со зголемено физиолошко губење на масата со зголемување на периодот на складирање.

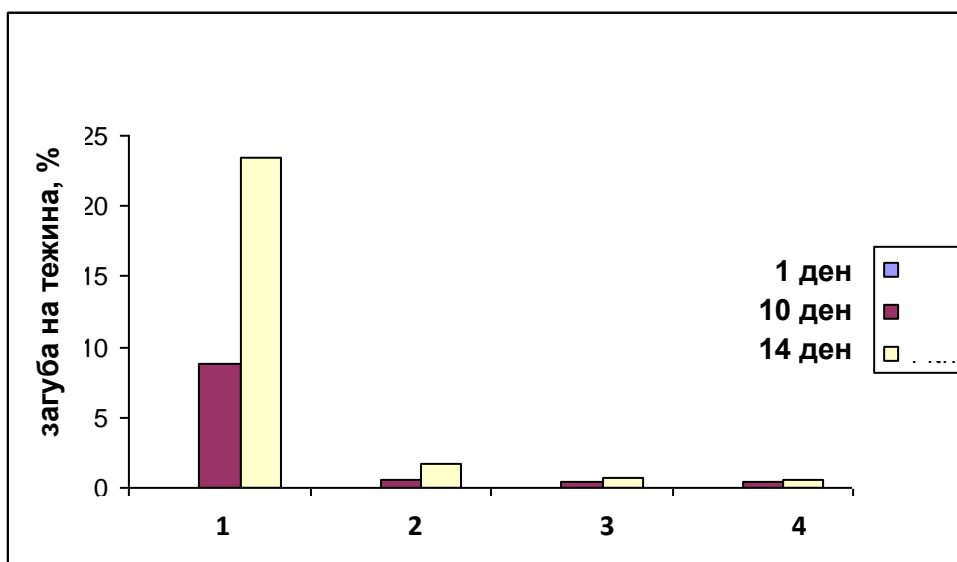


График 3. Промени во физиолошките загуби на тежина, 1-макроперфорирана кеса, 2-микроперфорирана кеса, 3-комерцијална кеса, 4-контролна кеса

Губењето на тежината кај контролната брокула (складирана во атмосфера на воздух) нагло се зголемува во текот на складирањето, а четиринаесет дена од чувањето крајната вредност изнесува 23,48%. Физиолошкото губење на тежината

кај броколите спакувани во комерцијална кеса, микроперфорирани кеси и макроперфорирани кеси изнесува 0,63%, 0,74% и 1,71%, соодветно.

Ова губење на тежината се должи на општата загуба на вода (делумно сушење на

броколите) за време на складирањето. Ефектот на MAP врз намалување на губењето на тежината се должи на тоа што MAP ја ограничува дифузијата на водната пареа од пластични филмови. Како резултат на тоа се генерира притисок на водна пареа во внатрешноста на пакувањето, што повеќе се забележува кај филмовите кај кои пропустливоста е намалена. Ова е стандарден ефект од употребата на MAP и е забележан кај широк спектар на овошје и зеленчук, како краставица, цреша и трпезно грозје (Karpet, 2002; Serrano, 2003).

Образување на етилен

Образуваниот етилен во MAP пакувањето е определен со користење на гасен

хроматограф, при што добиените вредностите се помали од 0,5 ppm. Промените во образувањето на етилен во текот на периодот на чување во различни материјали за пакување е прикажан на графикот 4. Најголем удел на етилен е забележан кај броколи спакувани во комерцијален кеса, а потоа во микро и макро перфорираните кеси. Ова зголемување на концентрацијата на етилен во комерцијалните кеси е како резултат на тоа што тие имаат помали пори во споредба со микро и макро кесите.

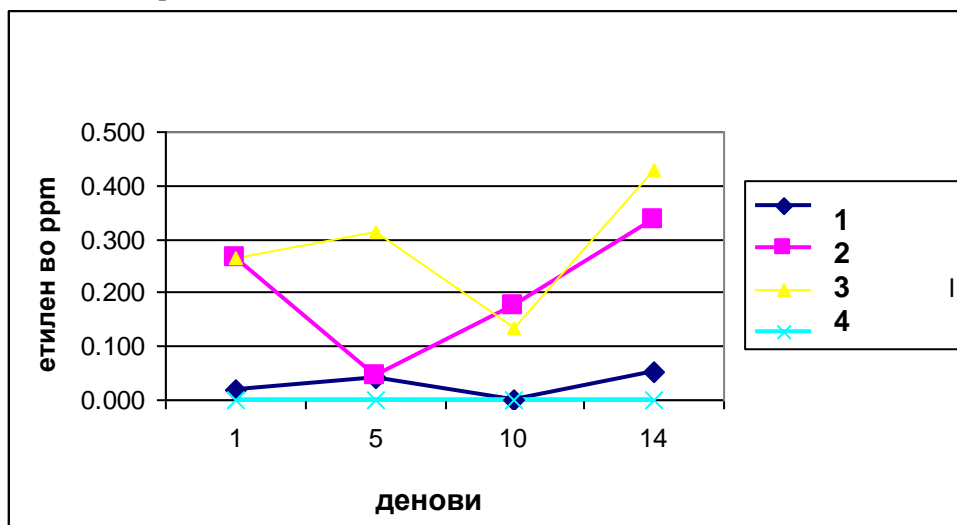


График 4. Образување на етилен во MAP кеси: 1-макроперфорирана кеса, 2-микроперфорирана кеса, 3-комерцијална кеса, 4-контролна кеса

Параметри за квалитет

Параметрите за квалитет во крајна линија одлучуваат за прифаќање на производот. Како параметри на квалитет се оценуваат промената во бојата, нивното распаѓање за време на чувањето, цврстината, како и нивната прифатливост.

Промена на бојата

Промените во бојата на броколите се прикажани на слика 1 (а и б) од каде што може да се види дека бојата се менува од зелена во жолта до крајот на четиринаесеттиот ден од складирањето. Прогресивната промена во индексот на бојата е прикажан на график 5.



комерцијална кеса микро кеса макро кеса контролна кеса



Слика 1. МАР пакувани броколи по четиринаесет дена складирање

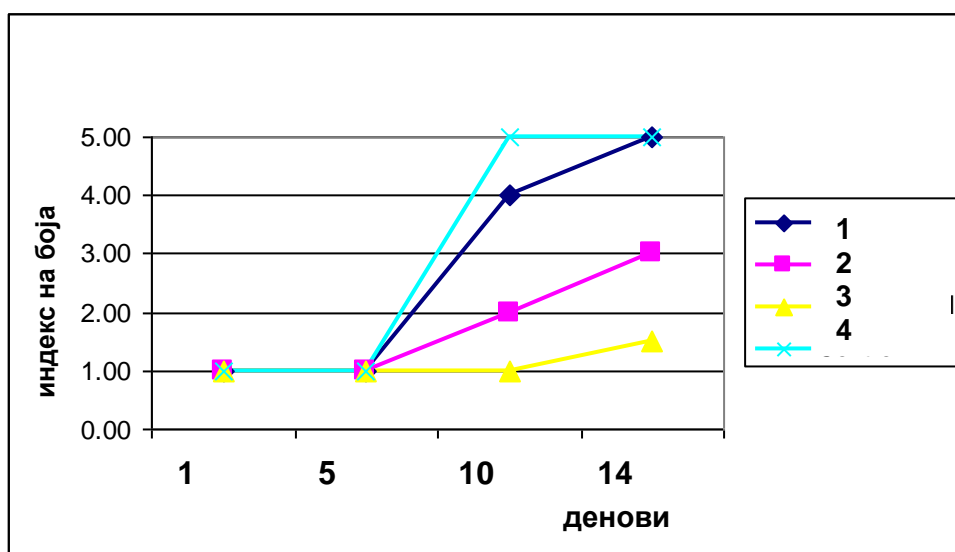


График 5. Промена на боја кај МАР складирани броколи: 1-макроперфорирана кеса, 2-микроперфорирана кеса, 3-комерцијална кеса, 4-контролна кеса

Од слика 1 и график 5 може да се забележи дека броколите спакувани во микро перфорирана кеса и комерцијално спакуваните броколи најдолго ја задржуваат зелената боја карактеристична за свежо набрани броколи, односно кај нив промената на бојата од зелена во жолта се одвива побавно. Тоа ни покажува дека овој начин на чување овозможува продолжување на рокот на траење на свежите броколи.

Распаѓање за време на чувањето

Од слика 1 може да се види дека ниту една од броколите складирани на сите четири начини (макроперфорирана кеса, микроперфорирана кеса, комерцијална кеса и контролна кеса) не се распаднала, најверојатно поради ниската температура на чување.

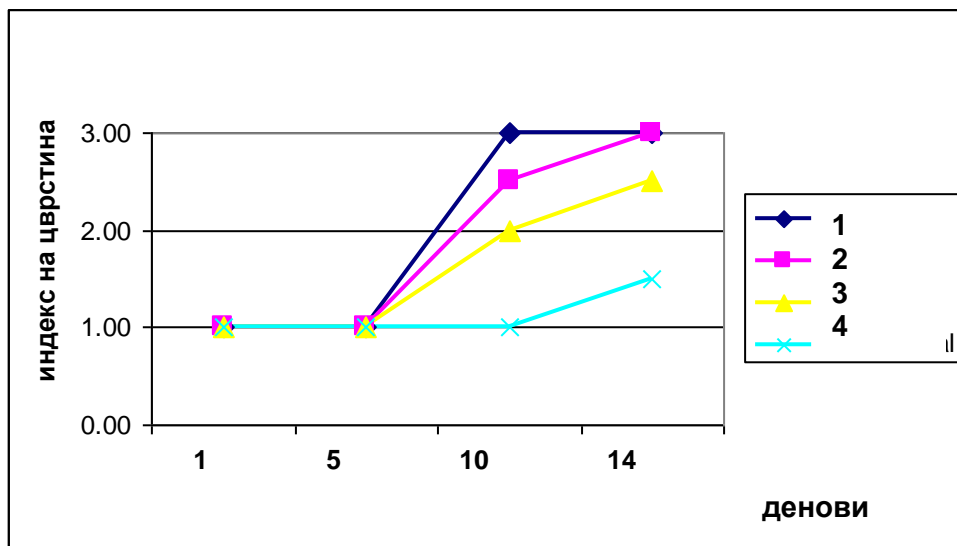


График 6. Промена на цврстината кај MAP складирани броколи: 1-макроперфорирана кеса, 2-микроперфорирана кеса, 3-комерцијална кеса, 4-контролна кеса

Цврстина на броколите

Со текот на времето цврстината на броколите се намалува. Оценката е направена според соодветна скала со бројни вредности: цврсти (1), средно-цврсти (2) и меки (3). Постепеното намалување на цврстината на броколите за време на MAP складирањето е дадено на график 6.

Од графикот 5 се гледа дека индексот на цврстина има помала вредност кај броколите коишто се чуваат во микроперфорирани кеси и во комерцијални кеси, најверојатно заради поголемата влажност на атмосферата околу броколите внатре во пакувањето. Кај овие материјали

за пакување размената на влага во и надвор од пакувањето е помалку изразена.

Општа прифатливост на броколите

Конечниот квалитет што го имаат броколите по одреден период на чување треба да ги задоволи барањата на потрошувачите. Ако бојата, вкусот, текстурата и вкупната прифатливост на складираните броколи е споредлива со свежи броколи коишто се достапни на пазарот, тогаш тие што се чуваат може да се сметаат за прифатливи. На графикот 7 е прикажана општата прифатливост на броколите.

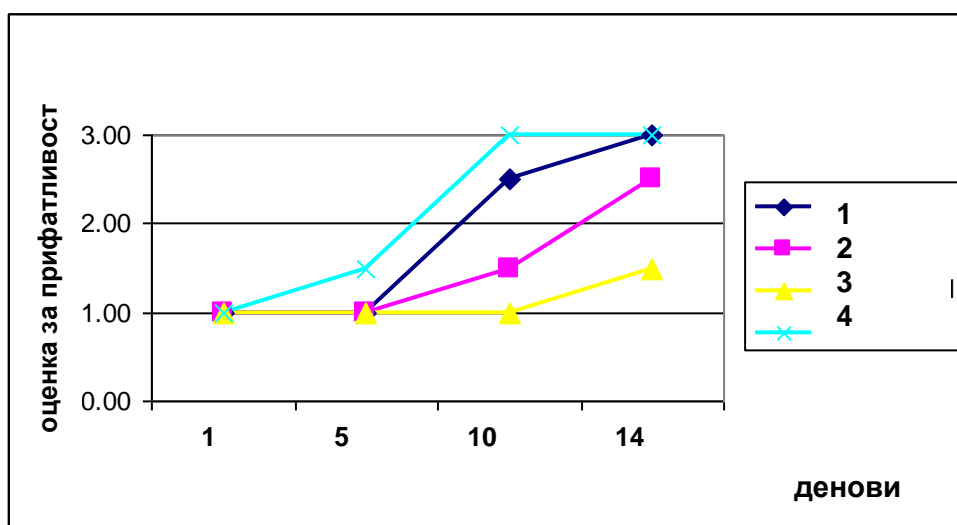


График 7. Оценка за прифатливост кај MAP складирани броколи: 1-макроперфорирана кеса, 2-микроперфорирана кеса, 3-комерцијална кеса, 4-контролна кеса

Генерално може да се заклучи дека прифатливоста на броколите се намалува со зголемување на времето на чување. Најдено е дека вкупната прифатливост е најдобра за комерцијано пакуваните броколи, понатаму следат броколите пакувани во микроперфориани кеси, па броколите пакувани во макроперфорина кеси и на крај тие што се пакувани во контролни кеси. Овие резултати се во согласност и со промените во бојата, цврстината, свежината и текстурата на броколите за време на чувањето.

Заклучок

Пакување во модифицирана атмосфера претставува докажан рецепт за зачувување на производите и продолжување на нивниот рок на траење. Денес, ниту еден друг метод не може да понуди толкави предности за зачувување на квалитетот и продолжување на рокот на траење во модифицирана атмосфера. Технологијата на пакување во модифицирана атмосфера ги задржува органолептичките својства на производите подолго време. Освен тоа, MAP технологија е евтина, бидејќи трошоците за опрема, материјал за пакување и гасовите можат да се сведат на минимум, додека пак, машините за пакување можат да се користат за повеќе различни производи, односно можат да се употребуваат повеќе пати во различни сезони.

MAP како ненадмината технологија за пакување во 21 век, ја наоѓа својата примена кај речиси голем број на производи како што се: месо и преработки од месо, риба и мориски плодови, јајца, млеко и млечни производи, леб и пекарски производи, овошје и зеленчук, чипс, кафе и др. MAP претставува ефикасен начин кој го продолжува рокот на траење на броколи без да се намали нивниот квалитет, а притоа е евтина техника.

Следени се промените кај броколите во период од 14 дена, притоа 10 дена се чувани на температура од 1,5 °C, 2 дена на температура од 17°C и 2 дена на температура од 20 °C. Свежо набраните броколи се чувани при три различни услови на MAP пакување (макроперфорирани кеси, микроперфорирани кеси и комерцијални кеси) и вообичаена атмосфера како контролна. Промените во модифицираната атмосфера во пакувањето (јаглерод диоксид,

кислород и етилен), параметрите за квалитет и физиолошките промени на броколите се следени во петтиот, десеттиот и четринаесеттиот ден. Како параметри на квалитет се оценувани промената во бојата, нивното распаѓање за време на чувањето, цврстината, како и прифатливоста на броколите за консумација. Од добиените резултати може да се заклучи дека:

- Зголемувањето на уделот на CO₂ на крајот од MAP пакувањето се должи на зголемувањето на брзината на дишење при зголемена температура за време на испитувањето.
- Уделот на кислород се намалува речиси постојано од почетниот до крајниот период на чување.
- Кај сите начини на чување кај броколите се забележува зголемено физиолошко губење на масата со зголемување на периодот за складирање.
- Најголем удел на етилен е забележан кај броколи спакувани во комерцијална кеса, а потоа во микроперфорираниите и макроперфорираниите перфорираниите кеси, најверојатно како резултат на различната големина на порите.
- Броколите спакувани во микроперфорирани кеса и комерцијално спакуваните броколи најдолго ја задржуваат зелената боја карактеристична за свежо набрани броколи.
- Ниту една од броколите складирани на сите четири начини не е распадната, најверојатно поради ниската температура на чување.
- Индексот на цврстина има помала вредност кај броколите кои се чуваат во микроперфорирани и комерцијални кеси, најверојатно како резултат на тоа што кај нив размената на влага во и надвор од пакувањето е помалку изразена.
- Прифатливоста на броколите се намалува со зголемување на времето на чување
- Броколите чувани во MAP покажаа значително поголем рок на траење во споредба со тие што се чувани

при атмосферски услови (собна температура).

Литература

- Ballantyne, A., Stark, R., Selman, J.D. 1998. Modified atmosphere packaging of broccoli florets. *International-Journal of Food Science and Technology*. 23(4): 353-360.
- Sudimac M., Okonkwo E. U., Sudheer K.P., matew S. M., Bpgevaska Z., Modified Atmosphere packing of Broccoli, *Research & Development In Postharvest Practices*, 2007.
- Jacobsson, A. 2004. Quality aspects of modified atmosphere packaged broccoli.; Un published thesis submitted to Lund Institute of Technology, Lund University, Lund, Sweden 59 pp.
- Kappel, F, P., Toivonen, D.L., McKenzie, Stan, S., 2002. Storage characteristics of new sweet cherry cultivars, *HortScience* 37, pp. 139–143.
- Serrano, M., Martinez-Romero, D., Guillen, F., Castillo, S. Valero, D. 2006. Maintenance of broccoli quality and functional properties during cold storage as affected by modified atmosphere packaging. *Post harvest Biology and Technology*. 39(1): 61-68.
- Campbell, Modified atmosphere packaging (MAP) of foods and its combination with electron beam processing, *Electron Beam Pasteurization and Complementary Food Processing Technologies*, 2015, 185–194
- Emblem, London College of Fashion, UK, Modified atmosphere packaging and other active packaging systems for food, beverages and other fast- moving consumer goods, *Woodhead Publishing Limited*, 2013
- Farber, J.M., Microbiological Aspects of Modified-Atmosphere Packaging Technology- A Review, *J.Food Protection*, Vol.54, No.1, 1991 58-70
- Jovanovic S., Pravci razvoja ambalaze od polimernih materijala, *Tehnološko-metalurški fakultet, Beogradu, Beograd, Srbija 2011*
- Kropf, D.H., Effects of retail display conditions on meat color, *Proceedings of the 33rd Reciprocal Meat Conference*, 2014 1-32
- Phillips, C.A., Review: Modified Atmosphere Packaging and Its Effects on the Microbiological Quality and Safety of Produce, *Int. J. Food Sci. Tech.*, 1996 31, 463-479.