

ВЛИЈАНИЕ НА АМБАЛАЖАТА ВРЗ РОКОТ НА ТРАЕЊЕ НА ПРЕХРАНБЕНИТЕ ПРОИЗВОДИ

Даниела Димовска, Мирјана С. Јанкуловска*, Ленче Велкоска – Марковска, Биљана Петановска
– Илиевска

Факултет за земјоделски науки и храна, Универзитет Св. „Кирил и Методиј“ Скопје, Република
Македонија

*e-mail: jankulovska_m@yahoo.com

Апстракт

Рокот на траење на храната е всушност временски период во кој производот се смета соодветен за конзумирање. Со разбирањето на факторите коишто се особено важни за рокот на траење на производот, можно е манипулирање на овие фактори со цел да се продолжи рокот на траење на тој производ. Постојат повеќе фактори кои влијаат на рокот на траење како што се: преработката на производот, замрзнувањето, хемиските промени, а исто така и пакувањето на храната може да придонесе за намалувањето на количината на храна којашто се фрла заради краткиот рок на употреба. Постои научна основа за оценување на рокот на траење со помош на математички изрази коишто се корисни во предвидување на разградувањето на прехранбените производи за време на чувањето. Таа се базира на принципите на хемиската кинетика. Всушност, се испитуваат промените во квалитетот (Q) кои се следат и се мерат со текот на времето. Рокот на траење на прехранбениот производ врз основа на промените на квалитетот во однос на времето може да ја следи кинетика од нулти ред или од прв ред. Со помош на ове пресметки може да се предвидат фазите на намалување на квалитетот и на исправноста на производот.

Клучни зборови: амбалажа, рок на траење, хемиска кинетика, реакции од нулти ред, реакции од прв ред

INFLUENCE OF PACKAGING ON THE SHELF LIFE OF FOOD PRODUCTS

Daniela Dimovska, Mirjana S. Jankulovska*, Lenche Velkoska-Markovska, Biljana Petanovska-
Ilievska

Faculty of Agricultural Sciences and Food, Ss. Cyril and Methodius University, Skopje, Republic of
Macedonia

*e-mail: jankulovska_m@yahoo.com; jankulovska@zf.ukim.edu.mk

Abstract

The shelf life of the food was actually period in which the product is considered suitable for consumption. By understanding the factors that influence the shelf life of the product, it is possible manipulation of these factors in order to extend the shelf life of the product. There are several factors that affect the shelf life such as: the manufacture of the product, freezing, chemical changes, as well as, food packaging. These factors can contribute to reducing the amount of food that is thrown away because of the short shelf life. There is scientific basis for assessing the shelf life using mathematical expressions that are useful in predicting the degradation of food products during storage. It is based on the principles of chemical kinetics. Actually, the changes in the quality (Q) can be observed and measured over time. The shelf life of the food products based on changes in quality in relation to the time can follow kinetics of zero order or first order. Using these calculations the phases of reducing the quality and accuracy of the product can be predicted.

Keywords: packaging, shelf life, chemical kinetics, zero-order reactions, first-order reactions

Вовед

За да можеме да ги зачуваме прехранбените производи подолг временски период во исправна состојба неопходно е да се направи соодветен избор на амбалажниот материјал. Изборот на амбалажата се прави врз основа на физичката и хемиската природа на производот. За таа цел, треба да се земат предвид физичките својства на производот како што се вкус, мирис, изглед, специфична топлина, коефициент на ширење и други. Исто така, не треба да се изостават и хемиските својства на производот како содржина на ароматични материји, содржина на вода, присуство на гасови и друго.

Доколку направиме споредба помеѓу минатото и сегашноста ќе дојдеме до заклучок дека пакувањето на храната било разновидно, секако почнувајќи од наједноставната форма на амбалажен материјал па сè до современи материјали коишто во рамки на својот капацитет не само што ја штитат храната од надворешни влијанија, туку и овозможуваат на самиот потрошувач да биде во тек со моменталната состојба на продуктот. Во минатото најчесто биле употребувани трска, треви и животински делови. Со текот на времето се откриле и рудите, металите и другите хемиски соединенија. Единствената функција на амбалажните материјали во тој временски период била да се заштити храната. Во денешно време како амбалажен материјал се користи дрво, метал, хартија, пластични маси, стакло, биополимери и разновидни комбинации на веќе споменатите материјали. Целта не е само заштита на храната, туку и продолжување на рокот на траење на производот, информирање на потрошувачот за состојбата на производот, маркетинг и друго. Денешна тенденција на секој производител е да искористи поефтин амбалажен материјал којшто ќе овозможи да се исполнат сите параметри, а тоа е причина за создавањето на комбинирани амбалажни материјали коишто во денешно време се многу експонирани. Со цел да се постигне подолг рок на траење на

прехранбените производи истражувањата одат во насока на изнаоѓање на современи начини со кои тоа ќе се постигне. Во современи начини на пакување на храна спаѓаат пакување во модифицирана атмосфера на гасови, асептично пакување, вакуум пакување, амбалажни филмови и обвивки коишто може да се јадат, активно пакување, интелегентно пакување и др.

Целта на истражувањето во овој дипломски труд е да се покаже како современите пакувања на храна со нивните позитивни и негативни карактеристики влијаат на продолжување на рокот на траење. Исто така, како може да се пресмета и да се предвиди рокот на траење на производот со примена на принципите на термодинамика земајќи ја предвид неговата природа, како и карактеристиките на амбалажниот материјал во кој е спакуван.

Рок на траење и фактори кои влијаат на негово продолжување

Рок на траење

Рокот на траење на храната е всушност временски период во кој производот се смета соодветен за консумирање. Ова значи дека производот не е расипан или со намален квалитет со што би бил неприфатлив за потрошувачот. Рокот на траење гарантира дека нема да се образуваат токсични продукти во производот, ниту дека ќе дојде до загуба на хранливите состојки под границите пропишани за нутритивна вредност на производот. Производот мора да остане безбеден за консумирање, да не предизвикува труење како резултат на присуство на патогени микроорганизми или да се создадат токсини во него во периодот на чување.

Степен на расипување

Храната е расиплива по природа. Промени може да се забележат и при процесот на чување од страна на производителот, трговците на мало или купувачот. Овие промени може да се одвиваат брзо како што е примерот со расипување на месо и риба, или пак да траат подолг период како што е примерот со мувлосување на леб. За некои производи како што се конзервирани и

многу суви производи, влошувањето на квалитетот може да не биде забележано со месеци, па дури и со години на чување на тој производ.

Влијание на преработка на производот врз преживувањето на патогените микроорганизми

Преработката на храната може да го елиминира или барем да го намали бројот на присутните микороорганизми. Ова ќе го продолжи рокот на траење на производот така што ќе го редуцира бројот на присутните штетни микроорганизми. Важно е да се земе во предвид фактот дека процесот на миење на храната со вода или термичката преработка нема да ги елиминира сите микроорганизми коишто се присутни и некои од нив може да преживеат. Ова особено важи за оние бактерии кои произведуваат спори отпорни на топлина. Тоа значи дека и најдобро преработениот производ не е стерилен и сепак ќе подлегне на расипување, но во помала мера во однос на непреработениот. Исто така, важно е да се забележи дека сите патогени присутни во непреработената храна или состојки обично се намалени до безбедно ниво во истата, доколку тие пораснат за време на чувањето, тој производ веќе станува небезбеден за консумација после одреден период. Има и бактерии коишто продуцираат спори кои се многу резистентни на термичка преработка при што нема да бидат елиминирани со процес на миење. Ова ги вклучува бактериите кои предизвикуваат расипување на храната, како и патогените. Доколку овие спори се присутни потребно е тоа да се земе во предвид при одредување на рокот на траење на производот.

Иако преработката на храна вообичаено го намалува бројот на патогени присутни во повеќето суровини и состојки, сепак одредени преработки на храната може да вклучат чекори коишто ќе го зголемат бројот на патогени во одредени производи. Ова вообичаено е случај со ферметирани производи како на што се сирење и салама. Ако суровините не биле претходно преработени за да се елиминираат патогените со пастеризација на млеко, условите коишто овозможуваат да се одржи ферметацијата воедно ќе овозможат и раст на патогените. За да се осигура безбедноста

на овие производи неопходно е да се осигури дека бројот на патогените во суровините се на најниско можно ниво и дека се присутни адекватни спречувачи кои ќе ги инхибираат и елиминираат преживеаните патогени. За да се постигне тоа се додаваат киселини, соли, нитрати и нитрити.

Сепак преработката се очекува во повеќето случаи да го намали бројот на микроорганизми и да ја зголеми безбедноста на производот, тоа сепак може да допринесе да се случи понатамошна контаминација. Ова се случува бидејќи некои патогени може да станат извор на контаминација откако преработката ќе заврши, пред и по пакување на производот. Истиот проблем може да настане и при контаминација од микроорганизми коишто предизвикуваат расипување.

Влијание на замрзнувањето врз рокот на траење и безбедноста на производот

Рокот на траење на многу производи може да биде продолжен доколку тие се чуваат во замрзнувачи. Ниските температури ги намалуваат хемиските промени и растот на многу штетни и патогени бактерии, мувли и квасци. Сепак, постојат одредени патогени бактерии коишто се способни да растат лесно при ниски температури. Во некои ситуации нивоата во коишто се присутни овие патогени во производот може да се сметаат за сигурни во почетокот од рокот на траење. Подолгиот рок на траење овозможува подолго време овие патогени да пораснат. Ова ќе има поголемо влијание на рокот на траење на производот и барањата за датумот на производство.

Хемиски промени коишто може да се случат за време на чувањето

Како што микроорганизмите може да пораснат за време на чувањето, може да се случат и други промени во составот на производот. Ова влошување на квалитетот на производот може да го направи истиот неприфатлив за потрошувачите доколку тие сметаат дека тој се расипал со што квалитетот не ги задоволува нивните очекувања. Во некои случаи промените во производот може да го направат небезбеден заради природата на компонентите формирани за време на распаѓањето. Исто така, присуството на есенцијалните

хранливи компоненти може да е пониско од очекуваното од страна на потрошувачите. Ова е особено важно доколку тој производ се косумира за да обезбеди доволно количество на одредена компонента, како на пример витамини. Тоа секако ќе има влијание и на барањата за одредување на рокот на траење.

Фактори коишто влијаат на рокот на траење

Со разбирањето на факторите коишто се особено важни за рокот на траење на производот, можно е манипулирање на овие фактори со цел да се продолжи рокот на траење на тој производ. Исто како промените во составот, така и условите при преработката и пакувањето може да доведат до намалување на рокот на траење или да го направат производот поподложен на штетни бактерии и/или патогени микроорганизми. Важно е да се земат предвид сите промени коишто се случуваат во производот или пакувањето заради тоа што тие може да влијаат на рокот на траење. Ова е особено важно бидејќи безбедноста на производот и неговиот рок на траење зависи од голем број фактори.

Загуба на храна во однос на пакувањето

Според резултатите презентирани во литературата, пакувањето на храната може да придонесе за намалувањето на количината на храна којашто се фрла заради краткиот рок на употреба. Главен приоритет на потрошувачите е да се продолжи периодот во кој храната останува свежа. Во моментот потрошувачите не располагаат со доволно информации за пакувањето или за опаковките што можат да се употребат, ниту пак се свесни за предностите од опаковките коишто можат да го продолжат рокот на траење на храната. Поради тоа, постои интерес за амбалажа којашто ќе придонесе храната да се одржува свежа, пред и после отворањето како и да се дадат јасни инструкции на самата амбалажа коишто ќе им помогнат на потрошувачите правилно да ја чуваат храната.

Многу потрошувачи не се свесни дека амбалажата ја заштитува храната и веднаш ја отстрануваат или ја оштетуваат со што го намалуваат рокот на траење на храната. Потрошувачите треба да ја препознаат

важноста од амбалажирање на храната и нивниот став кон овој процес да е помалку негативен.

Грижата околу пакувањето на храната се намалува со зголемување на информираноста на потрошувачите. Забележано е дека ставот на потрошувачите се менува кога ќе им се покажат серија од добро дефинирани изјави поврзани со пакувањето на храната. Две од изјавите кои се покажале ефективни се следните: „Амбалажирањето посвежа, не само на полиците од супермаркетите, туку и во вашите домови“ и „Голем дел (85 %) од амбалажата може да се рециклира така што негативните ефекти по животната средина се помали отколку што се чини“.

Грижата околу фрлањето на храната се зголемува со зголемување на информираноста на потрошувачите. Постои јасна разлика меѓу тенденциите на потрошувачите поврзани со интересот за амбалажирањето на храната од една страна, и грижата за фрлање на храна од друга, пред и после разгледувањето на одредени изјави поврзани со овие теми. На пример, според резултатите од истражувања (FPA, 2014) ако одговорноста на потрошувачите околу пакувањето и фрлањето на храната била 72 % на почетокот, после разгледување на серија од добро дефинирани изјави на овие теми, грижата околу фрлањето на храната се зголемила на 80 %, додека пак интересот за пакување на храната се намалил на 58 %.

Најголемо влијание е забележано кај две подгрупи на потрошувачи поврзано со возраста и ставот кон животната средина. Постарите потрошувачи имаат став дека амбалажата има негативни последици по животната средина и не се во состојба да ги видат позитивните ефекти. Оваа популација има став дека пакувањето на храната придонесува за нејзино побрзо расипување, затоа што кога е затворена се зголемува влажноста внатре во амбалажата и се намалува рокот на траење на храната. Помладите потрошувачи од друга страна се амбивалентни и побрзо ги препознаваат позитивните ефекти од пакувањето и особено им е важно што пакуваните производи остануваат подолго време свежи.

Потрошувачите коишто повеќе се грижат за животната средина имаат тенденција да

размислуваат дека пакувањето може да се претвори во голем проблем за животната средина. Во секој случај тие исто така се подложни на позитивни пораки поврзани со пакувањето и многу често го признаваат напредокот што во тој поглед е направен од производителите и дистрибутерите на храна. Тие исто така, се свесни дека отпадната храна може да претставува проблем за животната средина.

Една од финалните препораки сугерира дека организациите поврзани со производство и пакување на храна, како што се производителите на храна и амбалажа, дистрибутерите и трговските здруженија би требало да се ангажираат што повеќе да ги информираат потрошувачите за иновациите што се направени од нивна страна, а се поврзани со пакувањето и означувањето на храната, да ја зголемат нивната свесност за можните предности и да ги охрабрат за да консумираат пакувана храна и правилно користење на амбалажата, како и да преземат понатамошни чекори за нови иновации.

Определување на рокот на траење на пакувањата за храна и производи

Врз рокот на траење на прехранбените производи големо влијание има изборот на амбалажата. Ова влијание може да се определи со помош на информации за разградбата на производот и видот на заштита обезбеден со пакувањето. Постои научна основа за оценување на рокот на траење со помош на математички изрази коишто се корисни во предвидување на разградувањето на прехранбените производи за време на чувањето. Таа се базира на принципите на хемиската кинетика (Denis R. Heldman, 2009). Всушност, се испитуваат промените во квалитетот (Q) кои се следат и се мерат со текот на времето. Општиот израз за квалитетот може да се претстави со следнава равенка:

$$\pm \frac{d[Q]}{dt} = k[Q]^n \quad (1)$$

Кадешто знакот \pm покажува дека квалитетот може да се зголеми или намали за време на чување, k е константа на псевдодвижење, n е ред на реакција.

Пример, ако квалитетот се намалува со тек на времето равенката може да се напише на следниов начин:

$$-\frac{d[Q]}{dt} = k[Q]^n \quad (2)$$

Хемиската кинетика е област од хемијата што се занимава со брзината на хемиските реакции. Зборот „кинетика“ се однесува на движење или промена. Кинетичката енергија се дефинира како енергија што произлегува од движењето на еден објект. Во овој случај зборот кинетика се однесува на брзината на реакцијата која претставува промена на концентрацијата на даден реактант или продукт со текот на времето ($\text{mol/L}\cdot\text{s}^{-1}$). Познато е дека било која реакција се одвива во насока од реактанти кон продукти. Во текот на реакцијата концентрацијата на реактантите се намалува, додека концентрацијата на продуктите се зголемува. Како резултат на тоа, напредувањето на реакцијата може да се следи преку намалувањето на концентрацијата на реактантите. Така, брзината на реакцијата може да се изрази на следниов начин:

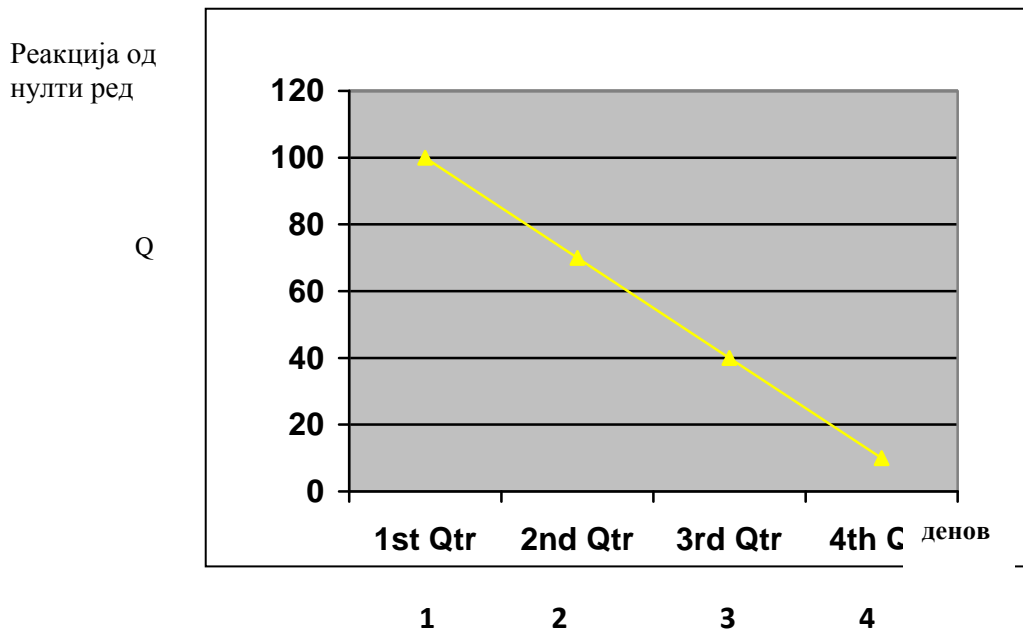
$$\text{брзина на реакција} = -\frac{\Delta[A]}{\Delta t}$$

$$\text{брзина на реакција} = \frac{\Delta[B]}{\Delta t}$$

Каде што $\Delta[A]$ и $\Delta[B]$ се промените на концентрацијата на реактантот А и продуктот В во временски период Δt . Бидејќи концентрацијата на реактантот А со текот на времето се намалува, $\Delta[A]$ има негативен предзнак. Брзината на хемиската реакција е позитивна величина па за да добие позитивна вредност во изразот за брзина на хемиска реакција мора да се стави знакот минус. Од другата страна, во случај кога брзината се изразува со помош на концентрацијата на продукти не е потребен знакот минус, бидејќи $\Delta[B]$ има позитивен предзнак. Овие брзини се просечни брзини бидејќи се просек за

определен временски период Δt . Следниот чекор е да се види како се определува брзината на реакцијата експериментално. По дефиниција, познато е дека за да се определи брзината на реакцијата потребно е да се следи промената на концентрацијата на реактантите како функција од времето. За реакциите во раствор, честопати, концентрацијата на одделни компоненти може да се измери спектроскопски. Доколку се присутни јони концентрацијата може да се определи и со мерење на електричната спроводливост.

На слика 1 е прикажана крива на измерениот однос на квалитетот којшто останува по различно време на складирање. Кривата е линеарна, што укажува на тоа дека брзината на загуба на квалитетот останува константна во текот на времето.



Слика 1. Линеарно намалување на квалитетот со текот на времето

Со оваа линеарната зависност е прикажана реакција од нулти ред. Затоа, со замена $n = 0$ во равенка (2) се добива:

$$-\frac{dQ}{dt} = k \quad (3)$$

Оваа равенка може да се реши со поделба на променливите за да се добие алгебарско решение. Почетниот квалитет е претставен со Q_i додека квалитетот по некое време (t) на чување на производот се означува со Q .

$$\int_{Q_i}^Q d[Q] = k \int_0^t dt \quad (4)$$

Со интегрирање на равенката (4) се добива:

$$[Q_i] - [Q] = k \cdot t \quad (5)$$

Во равенката (5) левата страна го означува досегот на реакција (ξ) којшто следи кинетика од нулти ред. Со негова замена се добива равенката (6).

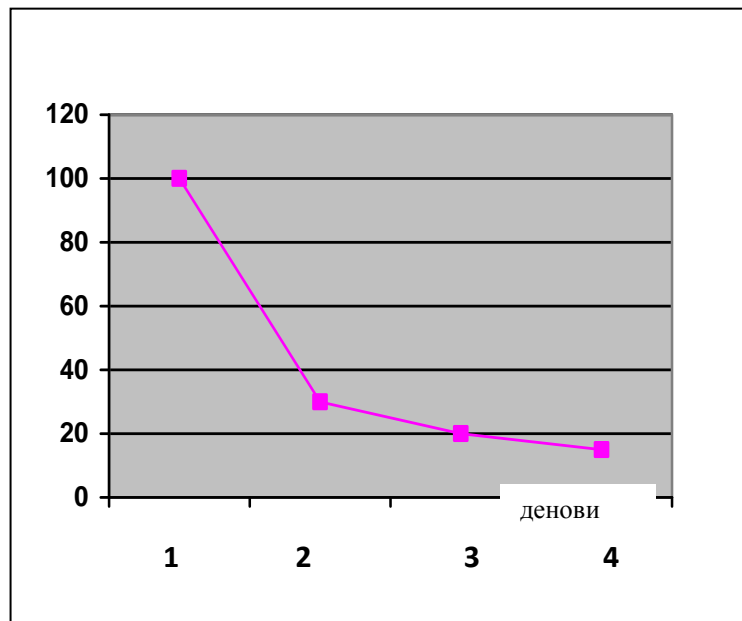
$$\xi = kt \quad (6)$$

Рокот на траење на прехранбениот производ врз основа на промените на квалитетот во однос на времето кога овие промени ја следат кинетика од нулти ред може да се прикаже со равенката (7).

$$t_s = \frac{[Q_i] - [Q_f]}{k} \quad (7)$$

кадешто, t_s е времето коешто го прикажува рокот на траење на прехранбениот производ, Q_i е износот на квалитетот на почетокот од рокот на траење, Q_f е износот на квалитетот на крајот од рокот на траење.

Q



Слика 2. Експоненцијално намалување на квалитетот на производот со текот на времето

Експоненцијалното намалување на квалитетот е опишано со кинетика од прв ред, каде што во равенката за брзина на реакцијата се заменува $n = 1$, при што равенката (2) може да ја запишеме на следниов начин:

$$-\frac{d[Q]}{dt} = k[Q] \quad (8)$$

Со интегрирање на равенката (8) се добива следнава равенка:

$$-\frac{d[Q]}{[Q]} = k \cdot dt \quad (9)$$

Повторно, претпоставуваме дека почетниот квалитет е $[Q_i]$ и по време t се намалува на $[Q]$, како што е дадено во равенката (10).

$$-\int_{Q_i}^Q \frac{d[Q]}{[Q]} = k \int_0^t dt \quad (10)$$

Реакција од прв ред

Брзината на губење на квалитетот на производот зависи и од останатите својства како што се губењето на витамини, протеини и микробиолошкиот раст. Во овој случај брзината на разградување на храната со текот на времето покажува експоненцијално намалување (слика 2).

Со интегрирање на равенката (10) се добива равенката (11):

$$\ln[Q_i] - \ln[Q] = kt \quad (11)$$

За реакцијата од прв ред досега на реакција се пресметува со помош на изразот (12):

$$\xi = \ln[Q_i] - \ln[Q] \quad (12)$$

Со комбинирање на равенките (11) и (12) се добива равенката (13):

$$\ln \frac{[Q]}{[Q_i]} = -kt \quad (13)$$

За да се пресметаат промените во квалитетот по определен период на чување равенката (13) може да се запише на следниов начин:

$$\frac{[Q]}{[Q_i]} = e^{-k \cdot t} \quad (14)$$

Ако $[Q_f]$ го претставува квалитетот на крајот од рокот на траење, тогаш равенката ќе го добие следниов облик:

$$t_s = \frac{\ln \frac{[Q_i]}{[Q_f]}}{k} \quad (15)$$

Равенката може лесно да биде модифицирана ако сакаме да го пресметаме полувремето на распаѓање на квалитетот. Со замена на $[Q_f] = 0,5 Q$ се добива:

$$t_{1/2} = \frac{\ln 2}{k} = \frac{0,693}{k} \quad (16)$$

Влијанието на условите на средината во текот на чувањето на производот се изразува преку големината на константата на брзина k .

Влијанието на температурата на константата на брзината се изразува преку Арениусовата равенка (17):

$$k = B \cdot e^{-\frac{E_A}{RT_A}} \quad (17)$$

каде што енергијата на активација (E_A) го квантифицира влијанието на температурата на брзината на разградување на квалитетот на производот за време на чувањето.

Заклучок

Подобрата безбедност, погодност, рокот на траење и севкупниот квалитет на производите се должи на последните иновации во пакувањето на храна и прехранбени производи. Новите пакувања обезбедуваат можности за откривање на промените во производот на време на складирање и дистрибуција. Идниот развој ќе обезбеди посоефицицирано пакување за да се продолжи рокот на траење и за да се подобри квалитетот на прехранбениот производ.

Пакувањето на храната во повеќеслојни амбалажи претставува одлична алтернатива за воспоставување на бариера кон гасови, мириси и влага.

Замената на воздухот во пакувањето до смеса од фиксни гасови доведува до контрола на атмосферата во рамки на

пакувањето, а тоа секако влијае врз рокот на траење на прехранбениот производ.

Вакуумот функционира на сличен начин како модифицирана атмосфера со таа разлика што кај вакуумот се извлекуваат гасовите со цел да се намали оксидацијата и да се задржи формата на продуктот.

Со употреба на амбалажни филмови и обвивки коишто може да се јадатне само што се намалува интеракцијата на производот со надворешната средина, туку се намалува и амбалажниот отпад.

Со инкорпорирање на компоненти во системот за пакување коишто апсорбираат или ослободуваат супстанции се продолжува рокот на траење на производот. Таквите супстанции може да апсорбираат влага, етилен, јаглерод диоксид, кислород и друго. Затоа и активното пакување може да се смета како одлична алтернатива за продолжување на рокот на траење.

Рокот на траење на прехранбените производи може математички да се искалкулира, а тоа секако се одвива по законите на термодинамиката и хемиската кинетика. Со помош на ваквиот тип на калкулација може да се предвидат фазите на намалување, како на квалитетот, така и на исправноста на производот.

Литература

1. Singh, P. R., Heldman, D. R., (2009). *Food engineering*. 758-767.
2. Robertson., Gordon L., (2012). *Food Packaging: Principles and Practice*, 431
3. Mangaraj, S., T. K., Goswami., P. V. Mahajan, (2009). Applications of plastic films for modified atmosphere packaging of fruits and vegetables: a review. *Food Engineering Reviews*, 1,2, 133-158.
4. Realini, Carolina E., Begonya Marcos, (2014). "Active and Intelligent Packaging Systems for a Modern Society." *Meatscience*
5. Pereira de Abreu, D. A., J. M. Cruz, and P. Paseiro Losada. (2012). "Active and intelligent packaging for the food industry." *FoodReviews International*, 146-187.
6. The Value of Flexible Packaging in Extending Shelf Life and Reducing Food Waste, A Flexible Packaging Association Report, Prepared for FPA by McEwen Associates (2014).
7. Narasimha Rao, D., and N. M. Sachindra, (2002). "Modified atmosphere and vacuum

- packaging of meat and poultry products." *Food Reviews International* 263-293.
8. Nath, A., et al. (2012). "Extension of shelf life of pear fruits using different packaging materials." *Journal of food science and technology*, 556-563.
 9. Nerín, Cristina, et al, (2006). "Stabilization of beef meat by a new active packaging containing natural antioxidants." *Journal of Agricultural and Food Chemistry* 7840-7846.
 10. Patsias, A., et al, (2006). "Shelf-life of a chilled precooked chicken product stored in air and under modified atmospheres: microbiological, chemical, sensory attributes." *Food microbiology*, 423-429.
 11. Pereira de Abreu, D. A., J. M. Cruz., P. Paseiro Losada. (2012). "Active and intelligent packaging for the food industry." *Food Reviews International*, 146-187.
 12. Petersen, Jens Højslev, et al. (2004). "Evaluation of retail fresh meat packagings covered with stretch films of plasticized PVC and non-PVC alternatives." *Packaging Technology and Science*, 53-66.
 13. Realini, Carolina E., and Begonya Marcos, (2014). "Active and Intelligent Packaging Systems for a Modern Society." *Meat science*
 14. Sawaya, W. N., et al. (1993). "Shelf-life of vacuum-packaged eviscerated broiler carcasses under simulated market storage conditions." *Journal of food safety*, 305-321.
 15. Seideman, S. C., and P. R. Durland, (1983). "Vacuum packaging of fresh beef: A review." *Journal of Food Quality*, 29-47.